rilevatore ostacoli ARDUINO smartphone SENSORI MAGNETORESISTIVI Android Onde Corte PCB MikroBASIC Suoni con PIC ultrasuoni radio oldstyle fotovolatico

fe

fare elettronica

www.farelettronica.com

324 GIUGNO Mensile Anno XXVIII € 6,00

Smartphone

ROBOT COMANDATO DA ANDROID

SENSORI MAGNETORESISTIVI

COMBINATORE GSM PER AUTO

MIKROBASIC AVANZATO IL PIC SUONA!

REALIZZARE UN SONAR DA UN SENSORE DI PARCHEGGIO

RILEVATORE DI OSTACOLI AD ULTRASUONI

COME USARE IL VECCHIO LETTORE VHS COME DIGITALE TERRESTRE

TUTTO QUELLO CHE DEVI SAPERE SUL

FOTOVOLTAICO

ISSN 1591-2272
9 771591 227008 20324

sommario

324 giugno 2012

Rispondi e... VINCI! *pag.* 34

DIVERTITI E METTI ALLA PROVA LE TUE CONOSCENZE CON **ELETTRO QUIZ** E VINCI OGNI MESE ESCLUSIVI PREMI!

Imparare & approfondire

Radio & radio

GLI ARTICOLI CONTRASSEGNATI COL SIMBOLO WWW

sono già disponibili in formato PDF* all'indirizzo www.farelettronica.com/club

*Puoi iscriverti al CLUB di Fare Elettronica versando una piccola quota annuale.

Robot Zone

rubriche

elenco inserzionisti

LUPUS IN FABULA

editoriale

di MAURIZIO DEL CORSO

SMARTPHONE ed elettronica

Quando un oggetto intelligente come uno smartphone finisce nelle mani di un appassionato di elettronica, possono nascere cose davvero interessanti...

La tecnologia sta facendo passi da gigante nella nostra vita di tutti i giorni. Una quindicina di anni fa il cellulare era un oggetto d'élite, piuttosto ingombrante, in grado di fare telefonate e inviare sms. Oggi la possibilità di fare una telefonata e inviare un sms sono solo due delle molteplici funzioni di un cellulare moderno: lo smartphone. Il display è di grandi dimensioni, la tastiera è praticamente scomparsa e, grazie alle tariffe molto vantaggiose dei vari operatori, la connessione Internet è presente su tutti i modelli. Uno dei nostri autori con una grande passione per l'elettronica ha pensato bene di utilizzare uno smartphone per pilotare un robot. Utilizzando quindi il BoeBot di Parallax come piattaforma, Arduino come intelligenza e il proprio shield di interfaccia con uno smartphone Android ecco che è nato il progetto che trovate a pagina 94. Una vera chicca che stimolerà sicuramente la vostra fantasia portandovi alla creazione di nuove applicazioni. Per gli amanti della robotica questo numero riserva anche un'altra grande sorpresa: come modificare un sensore di parcheggio a ultrasuoni per trasformarlo in un rilevatore di ostacoli da applicare al vostro robot. Dovrete solo resistere alla tentazione di smontare i sensori di parcheggio dalla vostra auto per realizzare questo progetto!

Fare elettronica

DIRETTORE RESPONSABILE
Antonio Cirella

DIRETTORE TECNICO
Maurizio Del Corso

Segreteria di redazione
Giorgia Generali

Comitato Scientifico
Simone Masoni (Microtest), Francesco Picchi (Microtest), Massimo Rovini (Università degli Studi di Pisa).

Art Director
Patrizia Villa

Impaginazione e grafica
Studio Punto & Virgola

Hanno collaborato in questo numero:
Daniele Cappa, Marco Carminati, Iginio Commisso, Roberto D'Amico, Giovanni Di Maria, Adriano Gandolfo, Vittorio Marradi, Giorgio Ober, Guido Ottaviani

Direzione Redazione
INWARE Edizioni srl
Via Giotto, 7 - 20032 Cormano (MI)
Tel. 02.66504755
Fax 02.66508225
info@inwaredizioni.it
www.inwaredizioni.it
Redazione: fe@inwaredizioni.it

Pubblicità per l'Italia
Agostino Simone
Tel. +39 347 2230684
media@inwaredizioni.it

Europe and Americas
Elisabetta Rossi
Tel. +39 328 3245956
international@inwaredizioni.it

Asia
Cybermedia Communications Inc.
Tel. +886-(0)2-2691-2785
asia@inwaredizioni.it

Rest of the world
Inware Edizioni srl
+39 02 66504755
info@inwaredizioni.it

Stampa
Prontostampa
Via Redipuglia 150
24045 Fara Gera d'Adda (BG)

Distribuzione
Parrini & C s.p.a.
Via di Santa Cornelia, 9
00060 Formello (RM)

Ufficio Abbonamenti
INWARE Edizioni srl
Via Giotto, 7 - 20032 Cormano (MI)
Per informazioni, sottoscrizione o rinnovo dell'abbonamento:
abbonamenti@inwaredizioni.it
Tel. 02.66504755
Fax. 02.66508225
L'ufficio abbonamenti è disponibile telefonicamente dal lunedì al venerdì dalle 14,30 alle 17,30.
Tel. 02.66504755
Fax 02.66508225

Abbonamento per l'Italia:
€ 55,00
Abbonamento per l'estero:
€ 115,00
Gli arretrati potranno essere richiesti, per iscritto, a **€ 9,00** oltre le spese di spedizione

Autorizzazione alla pubblicazione
Tribunale di Milano n.647
del 17/11/2003

USPI

Mensile associato all'USPI
(Unione Stampa Periodica Italiana)

Collaborare con FARE ELETTRONICA
Le richieste di collaborazione vanno indirizzate all'attenzione di Maurizio Del Corso (m.delcorso@inwaredizioni.it) e accompagnate, se possibile, da una breve descrizione delle vostre competenze tecniche e/o editoriali, oltre che da un elenco degli argomenti e/o progetti che desiderate proporre.

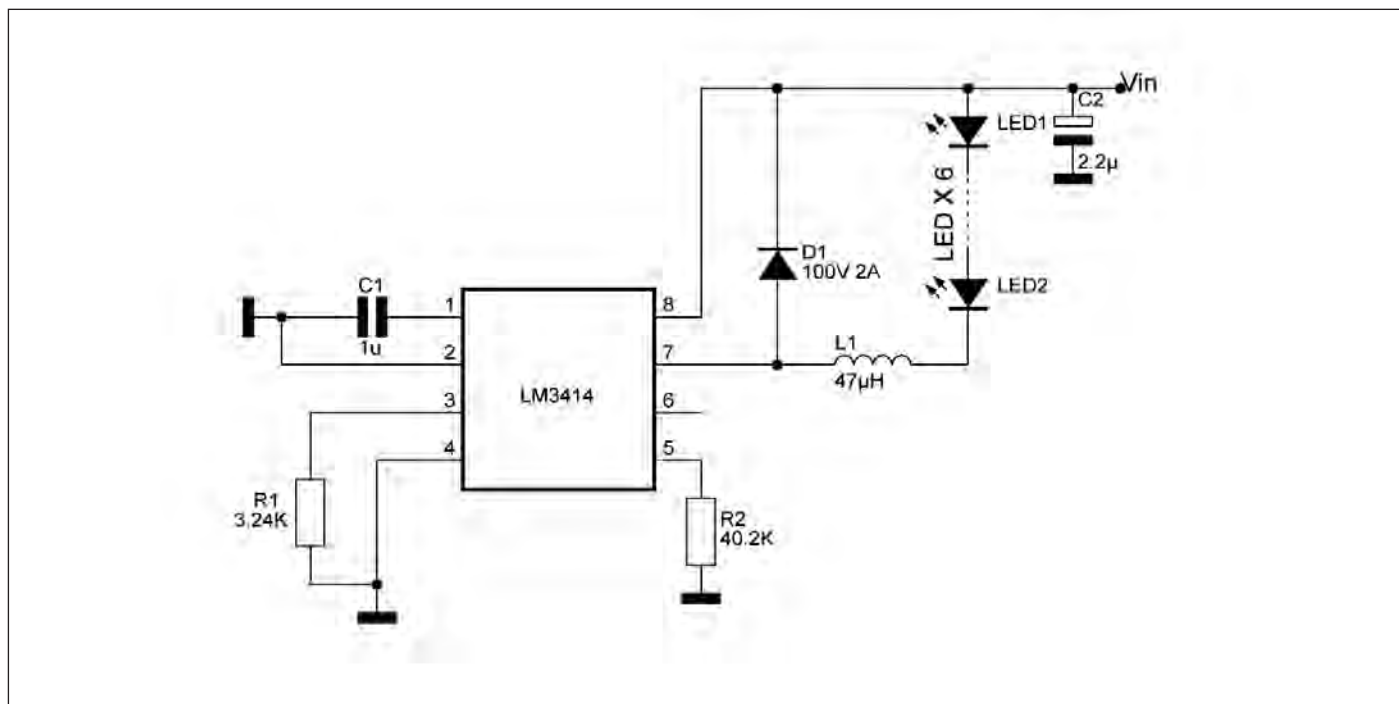
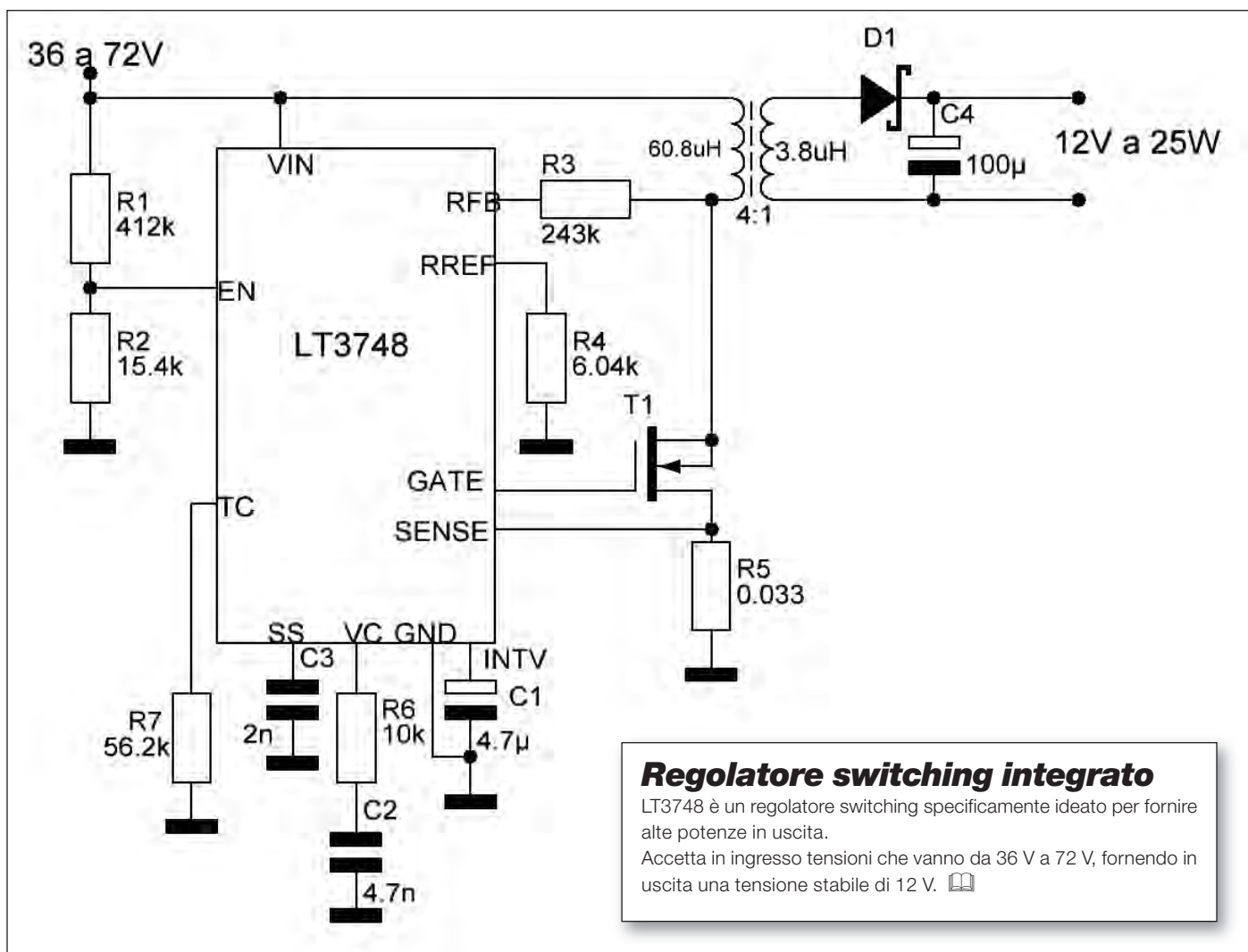
RETROILLUMINAZIONE PER DISPLAY

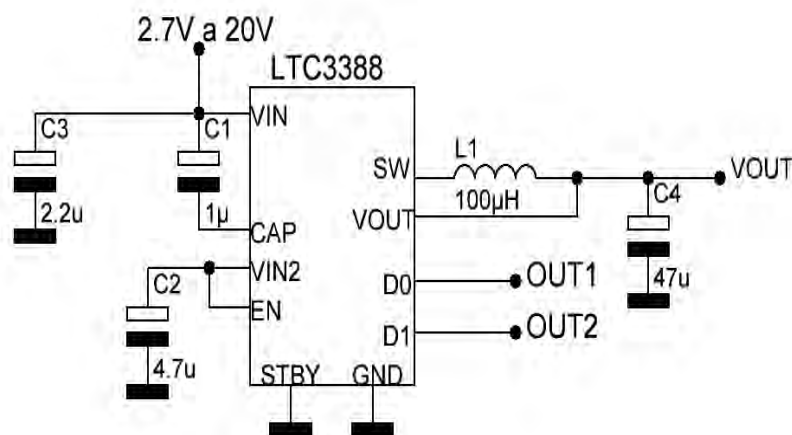
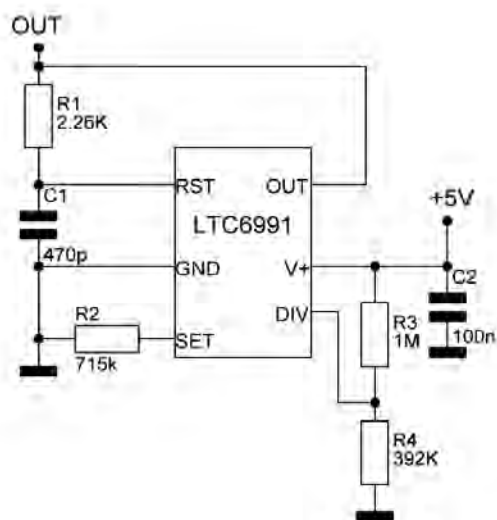
ADP8870 è un chip realizzato per la retroilluminazione dei display che generalmente è regolata da un fototransistor il quale modula la corrente dei LED in base alla luminosità ambientale. Inoltre incorpora un regolatore di tensione. Cambiando automaticamente l'intensità di corrente in base ai livelli di luminosità ambientali e la luminosità di visualizzazione dell'immagine consente di ottenere un risparmio energetico significativo. La funzione di regolazione viene svolta automaticamente, eliminando la necessità di un processore dedicato. Le soglie di intensità della luce sono completamente programmabili tramite l'interfaccia I²C.

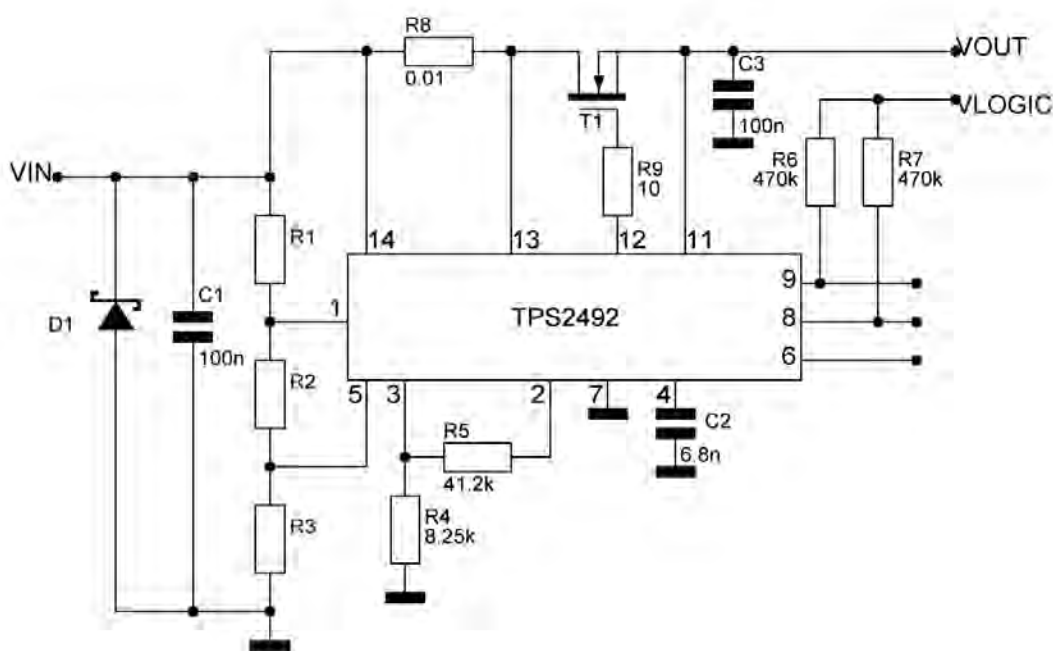
LED DRIVER DA 60 W

LM3414 e LM3414HV sono due LED DRIVER capaci di fornire 60 W. Essi accettano tensioni di ingresso da 4,5 VDC a 65 VDC e forniscono in media 1 A di uscita. L'integrato al suo interno utilizza la tecnologia MOSFET.

Regolatore switching integrato

LT3748 è un regolatore switching specificamente ideato per fornire alte potenze in uscita.
Accetta in ingresso tensioni che vanno da 36 V a 72 V, fornendo in uscita una tensione stabile di 12 V.

REGOLATORI STEP-DOWN

LTC 3388-1/LTC3388-3 sono regolatori step-down switching a bassa potenza, impiegati in applicazioni come computer, o in dispositivi portatili. Questi due integrati forniscono in uscita 1,2 V, 1,5 V, 1,8 V, 2,5 V per LTC3388-1 e 32,8 V, 3,0 V, 3,3 V, 5,0 V per LTC3388-3. LTC3388-1/LTC3388-3 possono operare con VIN fino a 20 V, mentre la corrente a riposo rimane al di sotto di 1 A.

OSCILLATORE PROGRAMMABILE

LTC6991 è un oscillatore al silicio programmabile in un range che va da 1,024 ms a 9,54 ore (29,1 Hz a 977 Hz), realizzato per essere inserito in applicazioni che richiedono molta precisione e che devono essere operative per un tempo molto lungo. Viene alimentato con una tensione che va da 2,2 V a 5 V.

MINI-REGOLATORI DI TENSIONE

TPS2492 e TPS2493 sono due regolatori di tensione che accettano in ingresso un range di tensione che vai da 9 a 80 V. Viene impiegato in applicazioni scientifiche, ad esempio: backplane, apparecchiature medicali ecc. Viene fornito in un package soic-16.

GAB H844: Grifo Analog Mini BLOCK

Il GAB H844 è un modulo da Barra DIN in grado di alloggiare una CPU Mini Modulo del tipo CAN o GMM da 28 pin o 40 pin. In questa famiglia sono comprese varie famiglie di CPU come quelle Core 8051, AVR, PIC, ecc. La GAB H844 è specificatamente nata per essere utilizzata per gestire delle grandezze analogiche. Con i suoi 8 ingressi analogici in tensione che con la GMB MSC1210 raggiunge i 24 bit oppure in corrente con precisione del 0,1%. La GAB H844 è completa di 8 ingressi analogici, 4 ingressi logici, galvanicamente isolati e visualizzati tramite LED, 4 uscite a relé visualizzati tramite LED, linea di comunicazione seriale asincrona con varie tipologie di driver, uscita RTC visualizzata tramite LED, connettore AMPMODU II, da 4+4 vie, per comunicazioni seriali e in I2C BUS, alimentatore stabilizzato, Linee di A/D, PWM, D/A, ecc. In un ingombro minimo essa contiene un completo controllore in grado di gestire completamente una specifica applicazione. Il GAB H844 è distribuita da Grifo - Via dell'Artigiano 8/6 - 40016 San Giorgio di Piano (BO).

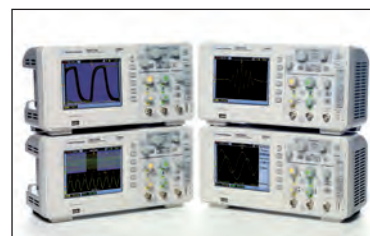
CODICE MIP 2823237

Agilent Technologies presenta nuovi oscilloscopi ancora più convenienti, ma anche più potenti

Agilent Technologies Inc. ha presentato gli oscilloscopi serie 1000B. I quattro nuovi modelli da due canali, con una larghezza di banda compresa tra 50 MHz e 150 MHz, offrono potenti funzionalità di misura ad un prezzo conveniente e alla portata di una vasta platea di tecnici e docenti. Gli oscilloscopi serie 1000B offrono funzionalità che, normalmente, non sono disponibili in strumenti di questa classe:

Potenti funzioni di cattura e visualizzazione del segnale. Tutti i modelli della serie 1000B sono equipaggiati con un nitido display LCD a colori semplice da leggere anche da una posizione molto laterale. Con fino a 16 kpts di memoria per canale, gli oscilloscopi serie 1000B offrono sino a sei volte la capacità di memoria rispetto ad altri strumenti delle stessa classe. Inoltre, la loro frequenza di campionamento di 1 GSa/s permette di osservare ogni dettaglio dei segnali.

Capacità di misura avanzate. Tutti gli oscilloscopi serie 1000B possono visualizzare 23 misure automatiche, tra cui quelle eseguite mediante il frequenzimetro incorporato. Gli strumenti serie 1000B integrano già nella configurazione standard la funzione di collaudo con maschera passa/non passa, che permette anche agli utilizzatori non particolarmente esperti di effettuare precisi collaudi parametrici. Questi oscilloscopi offrono anche diverse funzionalità avanzate, come la modalità di sequenza. La modalità di sequenza permette di registrare e rivedere fino a 1.000 occorrenze di un trigger per identificare facilmente glitch o altre anomalie del segnale.

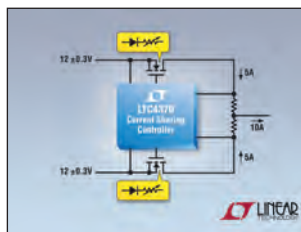
Produttività accelerata. L'interfaccia utente e le etichette del pannello frontale degli oscilloscopi serie 1000B sono disponibili in 11 lingue per supportare il lavoro di team multinazionali. Le connessioni USB facilitano la condivisione e la documentazione dei risultati di misura. Il kit didattico gratuito aiuta insegnanti e professori a illustrare i fondamenti di utilizzo dell'oscilloscopio.

CODICE MIP 2823566

LeCroy Corporation acquisita da Teledyne Technologies Incorporated

Teledyne Technologies Incorporated e LeCroy Corporation hanno annunciato di aver raggiunto un accordo definitivo che stabilisce l'acquisizione di LeCroy Corporation in qualità di Sussidiaria interamente posseduta da parte di Teledyne (un gruppo che fattura globalmente 1,9 bilioni di dollari, con un portafoglio prodotti che va dalla strumentazione sofisticata, prodotti per il digital imaging, elettronica per difesa e aereospazio, sistemi ingegnerizzati, anch'essa, come LeCroy, con Headquarter nello stato del Delaware). Teledyne, per finalizzare la transazione, acquisterà tutte le azioni ordinarie di LeCroy per un valore nominale di $14.30 l'una pagabili in contanti. Il valore aggregato della transazione è di circa $291 millioni, incluse le stock option LeCroy, i diritti di apprezzamento azionario ed il debito netto al 31 Marzo 2012. La transazione è stata unanimamente approvata dai Consigli di Amministrazione di Teledyne e LeCroy. Inoltre i direttori e gli Executive Officers di LeCroy ,incluso il fondatore Walter LeCroy, hanno approvato all'unaminità l'operazione. Tom Reslewic, C.E.O. di LeCroy Corporation, con una nota rivolta ai propri clienti, ha affermato che la continuità è garantita dalla permanenza del team manageriale attuale anche nella nuova situazione, che è anche un politica nelle acquisizioni effettuate da Teledyne nella sua storia. Garantiti anche i livelli eccellenti di supporto di LeCroy e con ogni probabilità, l'acquisizione permetterà di accelerare lo sviluppo di nuovi prodotti, anche grazie alla tecnologia Teledyne InP HBT e HEMT per gli oscilloscopi fino a 100GHz e oltre.

CODICE MIP 2822986

NUOVO CONTROLLER CON DIODO OR E CONDIVISIONE DELLA CORRENTE

Linear Technology Corporation presenta l'LTC4370, un controller, unico nel suo genere, con condivisione della corrente e blocco della corrente inversa. L'LTC4370 libera il progettista dai limiti e dalle complicazioni dei metodi di condivisione della corrente tradizionali e consente di creare una soluzione più semplice, rapida e salva spazio per la condivisione tra due alimentazioni. Emulando il comportamento del diodo, il controller evita che un solo guasto dell'alimentazione coinvolga l'intero sistema. L'LTC4370 controlla i MOSFET a canale N in serie di ciascun alimentatore. I MOSFET funzionano come diodi con una tensione diretta variabile. L'LTC4370 regola la tensione diretta dei diodi MOSFET per compensare il disallineamento nelle tensioni di alimentazione in ingresso finché le correnti di entrambi non sono uguali. Per limitare la dissipazione di potenza dei MOSFET, è possibile regolare la massima caduta di tensione nei MOSFET mediante un resistore esterno. Il controller funziona con alimentazioni comprese tra 0 e 18 V. La funzione di condivisione del carico può essere anche disattivata per trasformare il dispositivo in un controller a due diodi ideali.

CODICE MIP 2823609

Il più piccolo ricevitore GPS completo del mondo

Acal BFi annuncia la prima campionatura del più piccolo ricevitore GPS completo del mondo. ORG1410 di OriginGPS è, infatti, un System in Package (SiP) GPS completo, che consente ad applicazioni cost-sensitive e in grandi volumi di raggiungere elevati livelli di integrazione e sensibilità, abbinati a bassi consumi di energia e ingombro ultra compatto.
L'integrazione di un processore GPS SiRFstarIV consente all'ORG1410 di funzionare in contesti GPS impegnativi, come indoor tracking, o quando l'utente finale è in movimento. Questo elevato livello di prestazioni GPS viene raggiunto grazie all'innovativo firmware GPS in grado di rilevare cambiamenti di contesto, temperatura, e segnali satellitari, e di conseguenza aggiornare i suoi parametri interni che consentono al ORG1410 di offrire una navigazione praticamente continua.
All'interno del suo package 10 mm x 10 mm, l'ORG1410 integra antenna attiva, schermo RF, quarzo TCXO e RTC, filtri LNA e SAW, e interfacce host UART, SPI o I2C; e tuttavia raggiungendo un consumo di energia ultra basso inferiore ai 15 mW, una fast position fix inferiore a 1 secondo e una sensibilità di 163 dBm.

CODICE MIP 2822223

Fairchild Semiconductor annuncia la disponibilità di due nuove gamme di MOSFET

In particolare, per le applicazioni mobili, l'azienda ha sviluppato i dispositivi FDZ661PZ e FDZ663P, due MOSFET PowerTrench a canale-P da 1,5 V in package WL-CSP da 0,8 mm x 0,8 mm che minimizzano gli ingombri su scheda e il valore di RDS(ON) raggiungendo caratteristiche termiche eccellenti per un fattore forma tanto miniaturizzato.

Mentre per i progettisti che realizzano alimentatori DC-DC embedded ad alta densità, Fairchild ha studiato il dispositivo FDPC8011S, un modulo Power Clip Asymmetric Dual a canale-N da 25 V in un package 3,3x3,3 mm^2 a basso profilo.

Sviluppato per funzionare a frequenze di commutazione più elevate, il dispositivo FDPC8011S integra una tecnologia SyncFET da 1,4 mΩ e un MOSFET di controllo a canale-N e basso fattore di merito da 5,4 mΩ all'interno di un package all-clip che contribuisce a ridurre il numero di condensatori e le dimensioni degli induttori nelle applicazioni buck sincrone. Il nuovo FDPC8011S fornisce oltre 25 A di corrente di uscita migliorando oltre due volte le caratteristiche di altri dual MOSFET convenzionali da 3x3 mm^2.

CODICE MIP 2823607

Microcontrollori Piccolo F2803x e F2806x di Texas Instruments

Aggiornamento di progetti, miglioramento delle prestazioni e semplificazione dello sviluppo di sistemi di controllo digitali real-time: i nuovi microcontrollori Piccolo di Texas Instruments Incorporated portano nuovi livelli di innovazione e di efficienza per applicazioni di controllo motore.

I nuovi microcontrollori Piccolo TMS320F2803x e TMS320F2806x ora offrono la possibilità di programmare in C il co-processore integrato CLA (Control Law Accelerator) attraverso un compilatore C in maniera tale da poter produrre innumerevoli progetti innovativi.

Il co-processore CLA è un acceleratore matematico in virgola mobile a 32 bit, progettato per lavorare in modo indipendente dalla CPU del TMS320C28x e permette un aumento fino al 5 volte in termini di prestazioni. Il CLA offre anche l'accesso diretto alle periferiche on-chip per l'esecuzione parallela di algoritmi per accelerare i tempi di risposta del sistema e migliorare l'efficienza.

Accessibili attraverso la piattaforma software controlSUITE, sono disponibili le nuove librerie software, gratuite, del compilatore CLA e i numerosi esempi per lo sviluppo di applicazioni di controllo motore, consentendo agli sviluppatori di creare facilmente e rapidamente progetti su misura offrendo allo stesso tempo 15-20 per cento di miglioramento delle prestazioni in applicazioni di controllo motore.

CODICE MIP 2823583

Il supporto per Array LED di Molex offre un connettore non saldato in un unico pezzo

Molex Incorporated annuncia che il suo supporto per Array LED non saldato è ora compatibile con i prodotti per l'illuminazione a LED Sharp Zenigata, inclusi i Mega Zenigata da 15 W, 25 W e 50 W e i Mini Zenigata da 4 W - 15 W.
I Supporti per Array LED di Molex sono dotati di particolari contatti a compressione che alimentano gli array eliminando nel contempo la necessità di saldature a mano o le costose attrezzature richieste dalla tecnologia SMT.
Ideali per i produttori di apparecchiature originali (OEM) per illuminazione, i supporti riducono i tempi e i costi di installazione, aumentando le opzioni di connettività a costi più bassi. Il collegamento a vite non saldato consente l'utilizzo di un processo di fabbricazione standard, aggiungendo in tal modo flessibilità al progetto. Inoltre, Sharp ha messo a punto un contatto di tipo innovativo per l'impiego con i supporti per Array LED non saldati.
I supporti per LED di Molex sono la soluzione ideale per tutte le applicazioni generiche nel campo dell'illuminazione incluse il downlighting, l'illuminazione architettonica e l'illuminazione d'area.

CODICE MIP 2823013

SemiSouth è la prima azienda a campionare i SiC JFET da 650 V, 55 mΩ

SemiSouth Laboratories, Inc., offre i primi transistor di potenza JFET in carburo di silicio da 650 V del settore. Le alte velocità di commutazione, le funzionalità di gestione delle correnti elevate combinate con le eccellenti proprietà termiche del SiC rende questi dispositivi i candidati ideali per le applicazioni elettroniche. Utilizzano strutture JFET trench verticali che consentono on-resistance per area unitaria 5-10 volte inferiori rispetto alle tecnologie concorrenti, un primato del settore..
I JFET SiC SJDA065R055 da 650 V/55 m presentano un coefficiente di temperatura positivo che agevola il collegamento in parallelo e consente la commutazione ultraveloce senza corrente di "coda" a 150 °C.
L'RDS(on) tipico per questi nuovi dispositivi a tensione controllata è 0,044 . Queste soluzioni si distinguono inoltre per la bassa carica di gate e la ridotta capacità intrinseca.
Le applicazioni tipiche di questi dispositivi offerti in un package TO-220 sono gli inverter solari, gli SMPS, i circuiti PFC, il riscaldamento a induzione, i gruppi di continuità e gli azionamenti motore.

CODICE MIP 2823265

Un robusto sensore magnetico

Il dispositivo MLX90364 Triaxis di Melexis è un sensore di posizione angolare estremamente accurato che elimina la necessità di utilizzare un circuito stampato per realizzare moduli completi di rilevamento della posizione. Questo nuovo dispositivo è realizzato con una particolare struttura fisica composta da due componenti stampati (Dual Mold Package) posti su un leadframe comune, che integra il die per la rilevazione della posizione a 12 bit e i condensatori di disaccoppiamento necessari per garantire la necessaria protezione dalle scariche elettrostatiche e dalle interferenze elettromagnetiche come richiesto nelle applicazioni automobilistiche. Una volta incapsulato, questo innovativo package che ospita due componenti stampati, può essere saldato direttamente a un connettore o a una terminazione robusta, oppure ulteriormente annegato in sostanze di protezione o sovrastampato.
La struttura a due componenti stampati rende completamente ridondante l'utilizzo della tradizionale soluzione con circuito stampato. Le "ear" dedicate permettono di ottenere un maggiore livello di accuratezza durante il montaggio.
La funzione di trasferimento è completamente programmabile e con modalità di uscita del segnale selezionabili tra analogico e PWM.

CODICE MIP 2823611

UN BRIDGE INTEGRATO A BANDA LARGA SEMPLIFICA LA CONNETTIVITÀ DISPLAYPORT A DOPPIO MONITOR NEI DISPOSITIVI MOBILI

Toshiba Electronics estende la famiglia di periferiche mobili con un bridge integrato MIPI-DisplayPort che semplifica l'integrazione dei display embedded e dà agli utenti la possibilità di collegare il proprio palmare a un display esterno.
Il dispositivo bridge TC358766 converte i segnali MIPI DSI e DPI in segnali trasmissibili su una o due coppie di cavi DisplayPort. Ciò permette ai progettisti di dispositivi palmari di integrare rapidamente e agevolmente uno specifico display tramite una presa embedded DisplayPort (eDP) e di fornire agli utenti finali un'interfaccia DisplayPort esterna per collegare un monitor supplementare.
L'uscita comprende due prese DisplayPort 1.1a con velocità di trasmissione 1,62 Gbps e 2,7 Gbps, ciascuna con il relativo canale AUX da 1 Mbps. Se richiesto, le due prese possono consentire il collegamento di un unico display a banda larga. Display con risoluzioni fino a fino 1920 x 1200 (WUXGA) possono essere collegati a 24 bit per pixel e 60 fotogrammi per secondo. Il ricevitore DSI integrato TC358766 supporta fino a quattro corsie DSI con velocità di trasmissione fino a 1 Gbps per corsia, con una banda massima totale di 4 Gbps. Il ricevitore DPI supporta interfacce parallele fino a 24 bit e può operare a una velocità di clock parallela fino a 154 MHz.
La connettività comprende anche un'interfaccia I2S che permette di trasmettere audio in streaming tramite I2S o DisplayPort.

CODICE MIP 2823613

25-26 agosto 2012

ComputerFest & Radioamatore

Fiera dell'elettronica, CD, randiantistica, editoria specializzata, telefonia cellulare.

Dove: Cerea (VR)
Quando: 25-26 agosto 2012
Orari: dalle 9.00 alle 18.00
Organizzazione: Compendio Fiere
info: www.compendiofiere.it

COMPUTERFEST® & RADIOAMATORE
Il meglio dell'elettronica in fiera

CODICE MIP 2790586

22-24 Giugno 2012

Mostra dell'elettronica

Computer e telefonia, informatica, elettronica, antenne e TV/SAT, Hi-Fi, sicurezza informatica, editoria specializzata. Queste le tamatiche della terza edizione della Mostra dell'elettronica in Valle d'Itria.

Dove: Martina Franca (TA)
Quando: 22-24 Giugno 2012
Orari: dalle 9.00 alle 18.00
Organizzazione: Anse Fiere
info: www.ansefiere.it

CODICE MIP 2806574

1-2 settembre 2012

Mostra nazionale mercato radiantistico

Mostra mercato radiantistico dell'elettronica, CD, editoria specializzata, telefonia cellulare.

Dove: Montichiari (BS)
Quando: 1-2 settembre 2012
Orari: dalle 9.00 alle 18.00
Organizzazione: Centrofiera
info: www.centrofiera.it

RADIANTISTICA EXPÒ
MOSTRA MERCATO RADIANTISTICO

CODICE MIP 2789825

22-24 Giugno 2012

HAM RADIO

Un appuntamento storico per i radioamatori. L'Ham Radio di Friedrichshafen è la fiera europea di riferimento per radioamatori e hobbisti elettronici che attrae visitatori da tutto il mondo. In occasione della fiera si terranno workshop e conferenze di sicuro interesse per gli appassionati del settore.

HAM RADIO

Dove: Friedrichshafen (Germania)
Quando: 22-24 Giugno 2012
Orari: dalle 9.00 alle 18.00
Organizzazione: Messe Friedrichshafen
info: www.hamradio-friedrichshafen.de

CODICE MIP 2806570

5-7 settembre 2012

Zero Emission Rome 2012

Giunto alla sua sesta edizione, ZERO-EMISSION ROME è l'evento di riferimento per tutte le aziende e gli operatori interessati allo sviluppo delle energie rinnovabili, all'emission trading e alla sostenibilità ambientale in Italia e nel grande e promettente mercato del bacino del Mediterraneo. ZEROEMISSION ROME 2012 è l'insieme di eventi specializzati dedicati all'energia eolica, all'energia fotovoltaica, al solare termodinamico, all'emission trading, cambiamenti climatici e CCS, agroenergie e biocarburanti. Insieme occuperanno ben quattro grandi padiglioni di Fiera di Roma su un'area di oltre 40.000 metri quadri.

Dove: Roma
Quando: 5-7 settembre 2012
Orari: dalle 9.30 alle 18.30
Organizzazione: ZeroEmission
info: www.zeroemissionrome.eu

zeroEmission

CODICE MIP 2790588

a cura della Redazione

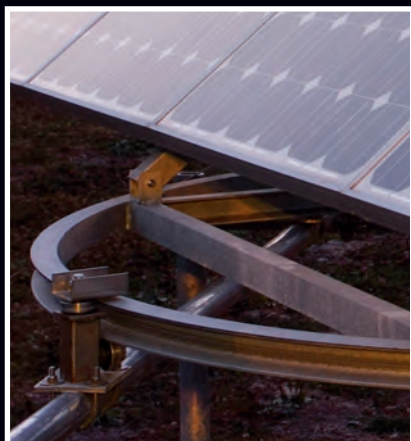
FOTOVOLTAICO: facciamo il punto

Con questo articolo cerchiamo di fare chiarezza sull'energia fotovoltaica, esaminando le tecnologie, le soluzioni e gli incentivi previsti per la realizzazione degli impianti

La tecnologia fotovoltaica cattura e trasforma l'energia solare disponibile e la rende utilizzabile sotto forma di energia elettrica sfruttando il cosiddetto "effetto fotovoltaico". Esso è basato sulle proprietà di alcuni materiali semiconduttori, tra cui il silicio, che opportunamente trattati (in gergo tecnico "drogati") e interfacciati, sono in grado di generare elettricità una volta colpiti dalla radiazione solare. Conosciuto fin dalla prima metà del XIX secolo, l'effetto fotovoltaico ha visto la sua prima applicazione commerciale nel 1954 quando, nei laboratori BELL, fu realizzata la prima cella fotovoltaica in silicio monocristallino.

QUANTA ENERGIA ARRIVA DAL SOLE?

All'interno del sole, a temperature di alcuni milioni di gradi, avvengono reazioni termonucleari di fusione che liberano enormi quantità di energia sotto forma di radiazioni elettromagnetiche. Una parte di questa energia, dopo aver attraversato l'atmosfera, arriva al suolo con un'intensità di circa 1.000 watt/m^2 (irraggiamento al suolo in condizioni di giornata serena e sole a mezzogiorno). Questo enorme flusso di energia che arriva sulla terra è pari a circa 15.000 volte l'attuale consumo energetico mondiale. Di questa energia, però, solo una parte può essere utilizzata dagli impianti fotovoltaici.

La quantità di energia solare che arriva sulla superficie terrestre e che può essere catturata da un dispositivo fotovoltaico è detta "energia utile" e dipende dall'irraggiamento del luogo. L'irraggiamento è, infatti, la quantità di energia solare incidente su una superficie unitaria in un determinato intervallo di tempo, tipicamente un giorno (kWh/m^2/giorno). Il valore

istantaneo della radiazione solare incidente sull'unità di superficie viene invece denominato radianza (kW/m²).
L'irraggiamento è influenzato dalle condizioni climatiche locali (nuvolosità, foschia, nebbia ecc.) e dipende dalla latitudine del luogo. In località favorevoli è possibile raccogliere annualmente circa 2.000 kWh da ogni metro quadrato di superficie, il che è l'equivalente energetico di 1,5 barili di petrolio per metro quadrato. La filiera produttiva dell'energia fotovoltaica si basa sul silicio, che rappresenta la materia prima di base. Appositamente fuso e attraverso complessi processi di trasformazione chimica (il silicio viene drogato con atomi di boro e di fosforo: drogaggio P e drogaggio N), esso si presenta in forma di lingotti o wafer. Questi ultimi, tagliati in fette in elementi di forma quadrata dello spessore di qualche decimo di millimetro, dopo altrettanto complessi processi chimici danno origine a una cella fotovoltaica

LA CELLA FOTOVOLTAICA

La cella fotovoltaica è il componente elementare del sistema ed è costituita da una sottile fetta di un materiale semiconduttore, quasi sempre il silicio, di spessore pari a circa 0,3 mm. Può essere rotonda o quadrata e può avere una superficie compresa tra 100 e 225 cm². Il parametro più importante della cella è il suo rendimento η che rappresenta il rapporto tra la massima potenza Pmax [Wp] che si ottiene dalla cella e la potenza totale della radiazione incidente sulla superficie frontale.

η = Pcella / Pmax

Il livello di rendimento diminuisce all'aumentare della temperatura della celle poiché la temperatura ostacola il passaggio degli elettroni nel semiconduttore. Attualmente sul mercato le tecnologie che forniscono le maggiori garanzie sono:

- *pannelli in silicio monocristallino:* hanno un grado di maggior purezza del materiale e garantiscono le migliori prestazioni in termini di efficienza, con un rendimento compreso tra il 16% e il 23% a seconda dell'azienda produttrice. Si presentano di colore blu scurissimo e uniforme;
- *pannelli in silicio policristallino:* hanno una purezza minore, condizione che comporta una minore efficienza. Il loro rendimento è compreso tra il 12% e il 18% a seconda dell'azienda produttrice. Si presentano di un colore blu intenso cangiante dovuto alla loro struttura policristallina;
- *pannelli in silicio amorfo*: si tratta della deposizione di uno strato sottilissimo di silicio cristallino (1-2 micron) su superfici di

Figura 1: classi energetiche degli edifici.

Figura 2: un inverter per impianti fotovoltaici.

altro materiale, ad esempio vetri o supporti plastici. In questo caso è improprio parlare di celle, in quanto possono essere ricoperte superfici anche consistenti in modo continuo. L'efficienza di questa tecnologia è sensibilmente più bassa, nell'ordine del 6% - 11% ed è soggetta a un decadimento consistente (–30%) delle proprie prestazioni nel primo mese di vita (effetto Stabler-Wronsky) che impone quindi un sovradimensionamento della superficie installata in modo da consentire in fase di esercizio la produzione di energia elettrica preventivata in sede di progetto.

L'INVERTER

L'efficienza di un impianto fotovoltaico dipende dall´efficienza dell´inverter, il cuore di un impianto fotovoltaico. Denominato anche gruppo di conversione, ha il compito di trasformare la corrente continua delle celle solari in corrente alternata pronta per essere immessa direttamente nella rete elettrica. La sua qualità determina il rendimento finale e pertanto è il cuore di ogni impianto fotovoltaico.
Gli impianti fotovoltaici sono progetti particolari. Il progettista deve pertanto scegliere tra molti modelli l'inverter che sia ideale per il generatore FV e che garantisca il massimo rendimento. I modelli migliori hanno un'efficienza di conversione fino al 98%. Essi devono essere idonei a supportare il trasferimento della corrente prodotta dall'impianto dal generatore fotovoltaico alla rete di distribuzione, rispettando quindi sia i requisiti tecnico-normativi, sia quelli di sicurezza. I valori della tensione e della frequenza in uscita dall'inverter devono essere compatibili con quelli della rete del distributore, mentre i valori della corrente in ingresso e della tensione devono essere compatibili con quelli del campo fotovoltaico.
La scelta del modello d'inverter e della taglia deve essere effettuata in base alla potenza nominale fotovoltaica a esso collegata. Essendo il componente più delicato dell'intero impianto fotovoltaico, particolare attenzione deve essere inoltre riposta all'ambiente in cui viene installato, scegliendo quindi il grado di protezione più adatto.

Figura 3: pannelli fotovoltaici.

QUANTITÀ DI ENERGIA PRODOTTA

La quantità di energia prodotta da un impianto fotovoltaico varia nel corso dell'anno e dipende da una serie di fattori come la latitudine e l'altitudine del sito, l'orientamento e l'inclinazione della superficie dei moduli, le caratteristiche di assorbimento e riflessività del territorio circostante, gli ombreggiamenti e la temperatura di lavoro dei pannelli.
Per ottenere la massima produzione di energia, in fase di progettazione di un impianto bisogna studiare l'irraggiamento e l'insolazione del sito. Questo consente di decidere l'inclinazione e l'orientamento della superficie del dispositivo

Glossario

AT
Alta tensione.

ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA
Documento, redatto da professionisti abilitati, che attesta la prestazione energetica dell'edificio, ovvero la quantità di energia annua necessaria a soddisfare le esigenze per un uso standard.

AEEG
Autorità per l'energia elettrica e il gas.

AMORFO
Strato sottilissimo di silicio cristallino depositato su un materiale, solitamente vetro.

BT
Bassa tensione.

CELLA FOTOVOLTAICA
Elemento base dell'impianto fotovoltaico. Converte in elettricità la radiazione solare.

Chilowattora (kWh)
Unità di misura dell'energia. Un chilowattora è l'energia consumata in un'ora da un'apparecchio da 1 kW.

CONTO ENERGIA
Meccanismo di incentivazione che remunera l'energia prodotta.

DISTRIBUTORE
Gestore di rete titolare della concessione di distribuzione.

FATTORE DI ALBEDO
Radiazione ricevuta dai pannelli per riflessione dal suolo o da elementi vicini al pannello.

GSE
Gestore del servizio elettrico.

INVERTER
Dispositivo che trasforma la corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici in corrente alternata, fruibile per le utenze.

MT
Media tensione.

SILICIO
Materiale semiconduttore usato per la costruzione della maggior parte delle celle fotovoltaiche.

WATT
Unità di misura della potenza elettrica.

WP
Potenza di picco. Potenza massima prodotta da un dispositivo fotovoltaico in situazione standard di funzionamento (temperatura di 25 °C e irraggiamento di 1.000 watt/MQ).

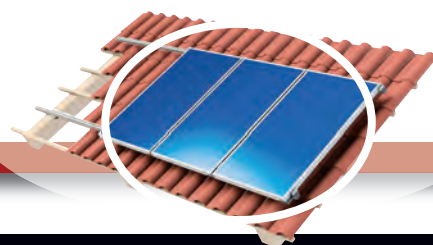



figura 4: impianto fotovoltaico integrato.

captante. Per la latitudine del nostro Paese, la posizione ottimale della superficie del pannello risulta quella a copertura dell'edificio con esposizione a sud e con un angolo di inclinazione di circa 25-35° rispetto al piano orizzontale. L'importante è, naturalmente, posizionare il pannello in modo da evitare zone d'ombra.
La dimensione dell'impianto è studiata in funzione dell'energia annua richiesta dall'utenza. Questa determina, la potenza da installare, il numero di moduli necessari, il costo del sistema e il costo del KWh elettrico generato. Il costo di produzione dell'energia elettrica prodotta con un impianto fotovoltaico è ancora troppo elevato per competere con quello da fonti fossili, che attualmente è di circa 0,18 euro al KWh. Tuttavia, installare un impianto fotovoltaico diventa economicamente vantaggioso quando intervengono forme di incentivazione finanziaria da parte dello Stato (per es. "Conto energia").
Per riassumere possiamo affermare che l'energia fotovoltaica richiede un forte impegno di capitale iniziale e basse spese di mantenimento: si può dire che "è come si comprasse in anticipo a prezzo fisso l'energia che verrà consumata nei prossimi 50 anni". Una volta recuperato l'investimento iniziale, per il resto della vita utile dell'impianto si dispone di energia praticamente a costo zero. Quindi, dotare la propria casa, azienda o ufficio di un impianto di questo genere, usufruendo dei contributi pubblici, si rivela un ottimo investimento.
L'energia elettrica prodotta con il fotovoltaico ha un costo nullo per combustibile: per ogni KWh prodotto si risparmiano circa 250 g di olio combustibile e si

Figura 5: impianto fotovoltaico semi-integrato.

evita l'emissione di circa 700 g di CO_2, nonché di altri gas responsabili dell'effetto serra, con un sicuro vantaggio economico e soprattutto ambientale per la comunità.

La manutenzione di un impianto fotovoltaico è riconducibile a quella di un normale impianto elettrico. Infatti i moduli, che rappresentano la parte attiva dell'impianto che converte la radiazione solare in energia elettrica, sono costituiti da materiali praticamente inattaccabili dagli agenti atmosferici, come dimostrato da esperienze sul campo e in laboratorio. Il costo annuo di manutenzione è stimabile in circa lo 0,5% del costo totale dell'impianto.

IL CONTO ENERGIA

Per promuovere l'utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia, il 19 settembre 2005 è entrata in vigore anche in Italia la possibilità di usufruire di incentivi per la realizzazione di impianti fotovoltaici. Questi incentivi vengono erogati in "conto energia", ossia rivendendo tutta l'energia prodotta al GSE (gestore dei servizi elettrici) a una tariffa incentivante. Questo sistema prevede la remunerazione per vent'anni dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico. Possono accedere a questa forma di incentivazione persone fisiche, giuridiche, soggetti pubblici, condomini. Le tariffe incentivanti variano in base alla potenza e alla tipologia di impianto; in particolare vengono distinte la seguenti tipologie:

- *impianto integrato:* quando i pannelli fotovoltaici ricoprono l'intera superficie di una struttura esistente (ad esempio l'intero tetto di un'abitazione);
- *Impianto parzialmente integrato:* quando i pannelli fotovoltaici ricoprono parzialmente la superficie di una struttura esistente;
- *Impianto non integrato:* quando i pannelli fotovoltaici sono istallati in una zona appositamente adibita (ad esempio in un campo in aperta campagna).

Gli impianti entrati in esercizio dopo il 13/04/2007 hanno diritto a una tariffa incentivante.

Le tariffe maggiori sono riconosciute ai piccoli impianti domestici fino a 3 kWp integrati architettonicamente. Le tariffe più basse sono invece riconosciute ai grandi impianti non integrati. Ulteriori agevolazioni sono riconosciute a coloro che bonificano i tetti dall'amianto (maggiorazione del 5% della tariffa incentivante) e a coloro che realizzano un impianto non integrato e autoconsumano almeno il 70% dell'energia prodotta. Le tariffe incentivanti rimangono costanti per l'intero periodo dei vent'anni, non subiscono cioè aggiornamenti ISTAT. Quindi chi realizza un impianto fotovoltaico e stipula la convenzione di scambio sul posto (vedi para-

Figura 6: impianto fotovoltaico non integrato.

grafo successivo) gode di due componenti di ricavo, che sono:

1. incentivi, calcolati sull'intera produzione dell'impianto fotovoltaico;

2. risparmio in bolletta per la quota di energia prodotta e auto-consumata.

Possono aderire alla convenzione di scambio sul posto tutti gli utenti che realizzano un impianto fotovoltaico con potenza massima di 200 kWp.

LO SCAMBIO SUL POSTO

Lo scambio sul posto, disciplinato dalla Deliberazione ARG/elt 74/08, Allegato A, testo integrato dello scambio sul posto (TISP), definisce una nuova regolamentazione del meccanismo che consente, in generale, di immettere in rete l'energia elettrica prodotta ma non immediatamente autoconsumata, per poi prelevarla in un momento successivo. Il servizio di scambio sul posto è regolato su base economica dal GSE in forma di contributo associato alla valorizzazione a prezzi di mercato dell'energia scambiata con la rete. In pratica, questo meccanismo non vincola l'utente ad utilizzare l'energia prodotta dall'impianto solo nel momento in cui questa viene prodotta, cioè durante il giorno o nei periodi in cui è maggiore l'irraggiamento solare. Durante le ore notturne o nei giorni non produttivi, si utilizzerà la connessione alla rete elettrica.

Per avvalersi dello scambio sul posto bisogna stipulare con il GSE una convenzione che ha durata annuale e si rinnova tacitamente per vent'anni. Il GSE, dal 1°

Figura 7: lo scambio sul posto.

gennaio 2009 unico referente, tiene conto dell'energia prodotta in eccesso e immessa in rete, e rimborsa i consumi avvenuti in assenza di produzione fotovoltaica, con il limite della quantità di energia prodotta in eccesso (contributo in conto scambio). In sostanza, un contatore (contatore di produzione) misura tutta l'energia prodotta dall'impianto. Questa misurazione serve per determinare l'incentivo in conto energia. Un secondo contatore (contatore bidirezionale) effettua la misurazione dell'energia sia in entrata sia in uscita. In entrata il contatore misura l'energia prelevata dalla rete nei momenti in cui l'impianto non produce o quando i consumi sono superiori alla produzione. In uscita il contatore misura l'energia prodotta in eccesso e non immediatamente autoconsumata. Nel caso in cui la valorizzazione dell'energia immessa sia superiore a quella dell'energia prelevata, tale maggiore valorizzazione viene riportata a credito negli anni solari successivi.

Figura 8: la mappa dell'irraggiamento solare in Italia.

Global horizontal irradiation
yearly total [kWh/m2]
ITALY

EUROPEAN COMMISSION
Joint Research Centre
PVGIS © European Communities, 2001-2007
http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/

L'ITER AUTORIZZATIVO

Ogni Regione ha emanato proprie deliberazioni per fissare le procedure da eseguire. In merito agli aspetti autorizzativi, relativamente agli impianti fotovoltaici, il DM 19 febbraio 2007 precisa che: gli impianti di potenza non superiore a 20 kW e gli impianti parzialmente o totalmente integrati non sono considerati "industriali" e non sono quindi soggetti alla verifica ambientale regionale (screening VIA), purché non ubicati in aree protette; qualora sia necessaria l'acquisizione di un solo provvedimento autorizzativo comunque denominato, l'acquisizione del predetto provvedimento sostituisce il procedimento unico di cui all'art. 12 del D.Lgs 387/2003; per gli impianti per i quali non è necessaria alcuna autorizzazione è sufficiente la dichiarazione di inizio attività (DIA); per gli impianti da realizzarsi in aree classificate agricole, non è necessaria la variazione di destinazione d'uso dei siti.

Inoltre, a coloro che sono stati ammessi al conto energia nell'ambito dei precedenti decreti, è stata concessa la possibilità di richiedere una proroga dei termini fissati dall'articolo 8 del decreto 28/07/2005 per l'inizio e la conclusione dei lavori di realizzazione degli impianti. La proroga non può essere superiore a sei mesi ed occorre dimostrare che il ritardo non è imputabile al soggetto responsabile dell'impianto ed è esclusivamente dovuto a comprovato ritardo nel rilascio dell'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

LA RICHIESTA DELL'INCENTIVO

Il soggetto responsabile, entro sessanta giorni dalla data di entrata in esercizio dell'impianto fotovoltaico, deve far pervenire al GSE la richiesta dell'incentivo corredata da tutti i documenti previsti dalla delibera AEEG 90/07. Il mancato rispetto di tale termine comporta la non ammissibilità all'incentivazione. Ai fini del rispetto dei termini per la richiesta di riconoscimento della tariffa incentivante, vale la data di inoltro della domanda che, nel caso di inoltro a mano, corriere espresso, posta prioritaria o posta ordinaria, coincide con la data di ricevimento della domanda medesima da par-

te del GSE. Nel caso di invio a mezzo raccomandata, la data di inoltro della domanda coincide con la data di spedizione. Il GSE esamina la documentazione e, qualora sia completa di tutti gli allegati necessari, comunica al soggetto responsabile la tariffa incentivante assegnata all'impianto entro 60 giorni dal ricevimento della richiesta. Nel caso in cui la documentazione presentata risulti incompleta, il GSE richiede al soggetto responsabile le necessarie integrazioni che, pena l'esclusione dalle tariffe incentivanti, dovranno pervenire al GSE entro novanta giorni. I tempi e modalità per il pagamento degli incentivi variano a seconda del tipo di impianto e, in particolare:

• impianto fotovoltaico con potenza nominale non inferiore a 1 kW e non superiore a 20 Kw che si avvale del servizio di scambio sul posto: Il pagamento dell'incentivo viene effettuato a cadenza bimestrale, il GSE eroga un corrispettivo pari al prodotto tra l'energia elettrica generata dall'impianto fotovoltaico e la tariffa incentivante riconosciuta, eventualmente maggiorata del premio;

• impianto fotovoltaico con potenza nominale superiore a 20 kW: Il pagamento dell'incentivo viene effettuato a cadenza mensile: il GSE eroga un corrispettivo pari al prodotto tra l'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico e la tariffa incentivante riconosciuta.

IL RITORNO ECONOMICO

Il ritorno economico del capitale investito per la realizzazione di un impianto fotovoltaico dipende da molti fattori, per cui è necessario redigere un business plan serio e approfondito. I fattori principali che influiscono sul ritorno economico dell'investimento sono:

• *costi di realizzazione.* Essi variano a seconda della taglia dell'impianto e del tipo di tecnologia utilizzata. Si può stimare comunque un costo compreso tra i 40.000 euro (per impianti di grosse dimensioni) e i 6.500 euro (per impianti a uso residenziale);

• *costi di esercizio.* Nei costi di esercizio si è soliti considerare il costo dell'assicurazione, obbligatoria in alcuni casi, e della manutenzione ordinaria e straordinaria. La durata dei pannelli è molto lunga mentre gli inverter probabilmente, nel corso dei vent'anni, avranno necessità di essere soggetti a manutenzione o addirittura sostituiti. I costi di esercizio annui, per un impianto realizzato con prodotti di alta qualità, in genere, non superano mai l'1% del costo dell'impianto;

• *ricavi.* Colui che realizza un impianto fotovoltaico gode di due fonti di ricavo:

1. incentivo GSE (tariffa incentivante, calcolata sull'intera produzione dell'impianto FV con eventuali maggiorazioni del 5% della tariffa base per i casi previsti ed eventuale premio abbinato all'efficienza energetica);

2. beneficio in bolletta. Consiste nella valorizzazione dell'energia prodotta dall'impianto che può poi essere autoconsumata (anche in scambio sul posto) oppure venduta al mercato;

• *modalità di pagamento*. In caso di finanziamento occorre considerare la durata del mutuo e gli interessi passivi, fattori che inevitabilmente allungano il tempo di rientro. È ovvio che un pagamento "cash" garantisce un ritorno economico più rapido;

• *regime fiscale applicato.* Gli altri fattori che influiscono sul pay back period sono la tecnologia adottata (film sottile, policristallino, monocristallino), la capacità produttiva dell'impianto, l'irraggiamento del sito di produzione: un impianto realizzato nel sud Italia avrà un tempo di ritorno più breve dovuto al maggiore irraggiamento. ❏

CODICE MIP 2823826

di IGINIO COMMISSO (I2UIC)

Il digitale terrestre sul tuo VHS

Foto 1: decoder applicato al registratore.

Come registrare su un vecchio videoregistratore VHS i canali del digitale terrestre

Dopo tante sperimentazioni, alla fine la DGTV terreste è stata introdotta e, dopo i primi immancabili inconvenienti, finalmente il suo uso si sta stabilizzando nelle nostre case. Purtroppo però alcuni inconvenienti persistono, come ad esempio l'impossibilità di utilizzare il fedele registratore VHS casalingo che ora non può più registrare sui canali memorizzati internamente. Per risolvere il problema è necessario innanzitutto procurarsi un piccolo decoder DGTV da applicare direttamente alla presa SCART: nelle fiere di elettronica se ne trovano moltissimi modelli a prezzi veramente stracciati.

Il collegamento tra il registratore e il televisore rimane sempre come d'origine, con il classico cavo SCART sulla presa SCART 1 del registratore, mentre sulla SCART 2 si applica il decoder. Applicare il decoder alla SCART non è però sufficiente. Il primo inconveniente si presenta subito: con il decoder acceso il televisore "vede" solo il decoder e non può usare il suo sintonizzatore interno. Questo fa in modo che non sia possibile registrare un programma mentre con il televisore se ne guarda un'altro.

Un altro inconveniente risiede nel fatto che, poiché il decoder viene collegato direttamente alla SCART, non è possibile sapere se questo è acceso o spento, in quanto eventuali LED indicatori rimangono dietro al videoregistratore.

Ecco dunque le modifiche, fatte tutte sul registratore, che, come la maggior parte dei registratori, ha sul retro due prese SCART. La SCART inferiore viene utilizzata per il collegamento con il televisore, mentre l'altra è utilizzata per accessori esterni, come telecamere o decoder. Per effettuare le modifiche si deve smontare il registratore e intervenire sui contatti delle prese SCART. Sotto la SCART 1 che va al televisore va tagliata la pista del pin 8 **(figura 2)** e i due estremi della pista tagliata, portati al deviatore montato sul frontale del registratore **(figure 3** e **4)**.

Altra modifica (opzionale) consiste nel mettere un LED rosso vicino al deviatore

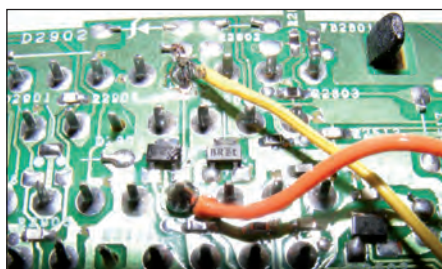



Figura 2: lavoro sulle piste.

Figura 3: frontale modificato del registratore.

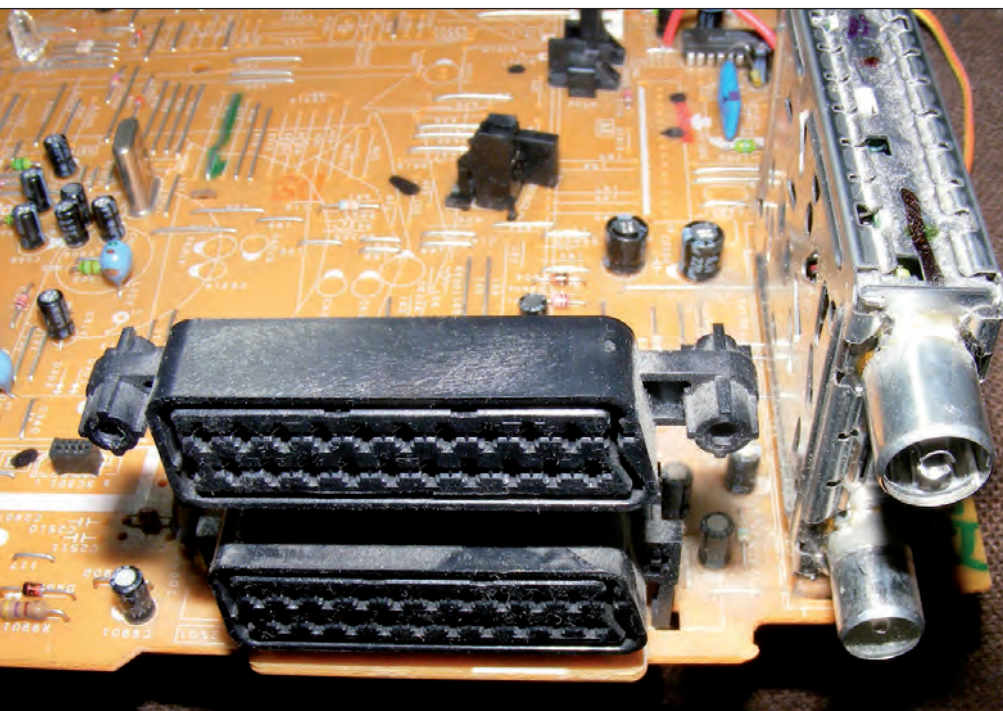



Figura 5: prese SCART sul circuito stampato.

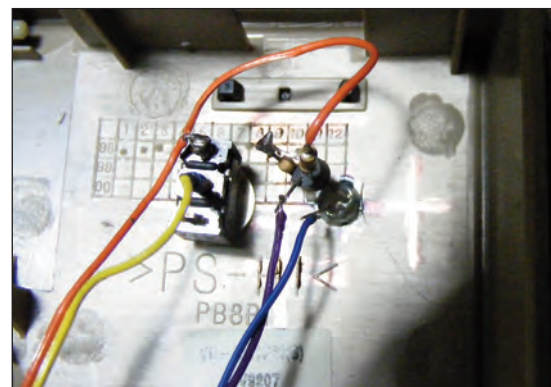



Figura 4: retro della modifica sul frontale.

(**figura 3**) in modo da avere una segnalazione quando il decoder è acceso. Il semplice circuitino elettrico per questo segnalatore è composto, oltre al LED, anche da un transistor e da due resistenze (**figura 1**) e il collegamento va al pin 8 della SCART 2.

Per l'alimentazione basta ricavare i 12 volt dalla sezione di alimentazione del registratore. Si può montare tutto su un piccolo pezzo di scheda millefori oppure saldare il tutto dietro al LED con un montaggio in aria. Fatte le modifiche non resta che rimontare con cura il registratore e collaudarlo. Nella posizione PLAY si potrà vedere sul TV, a decoder acceso, il programma su cui quest'ultimo è sintonizzato o rivedere un'eventuale registrazione.

Nella posizione REC si può registrare ciò che "vede" il decoder, lasciando libero il TV di sintonizzare qualsiasi altro programma. Le modifiche da fare sono veramente elementari, maggiore attenzione va posta nella fase di smontaggio e rimontaggio del registratore. ❑

CODICE MIP 2823830

LISTA COMPONENTI

R1	10 kΩ ¼ W
R2	470 ohm
Q1	Transistor NPN BC 547
D1	Led rosso

Figura 6: il decoder applicato alla SCART.

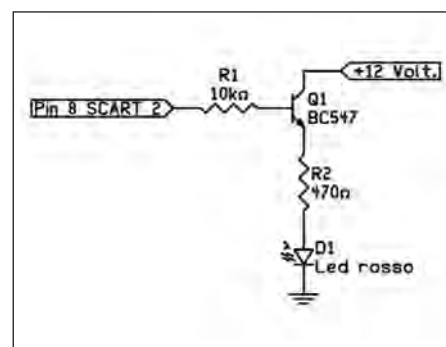



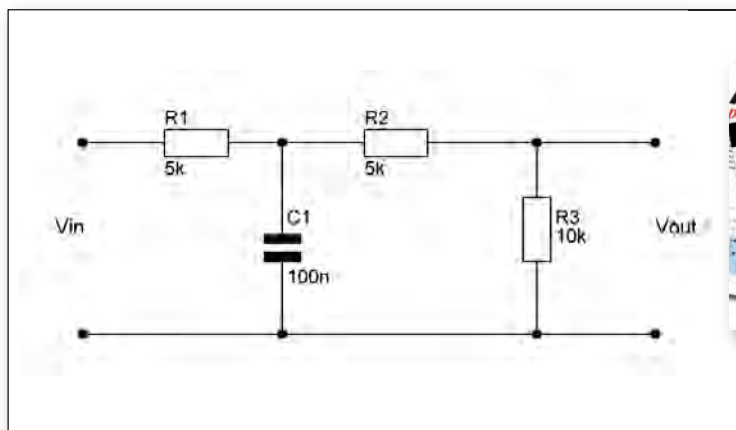
Figura 1: schema elettrico del segnalatore LED.

elettro quiz 324

rispondi & vinci

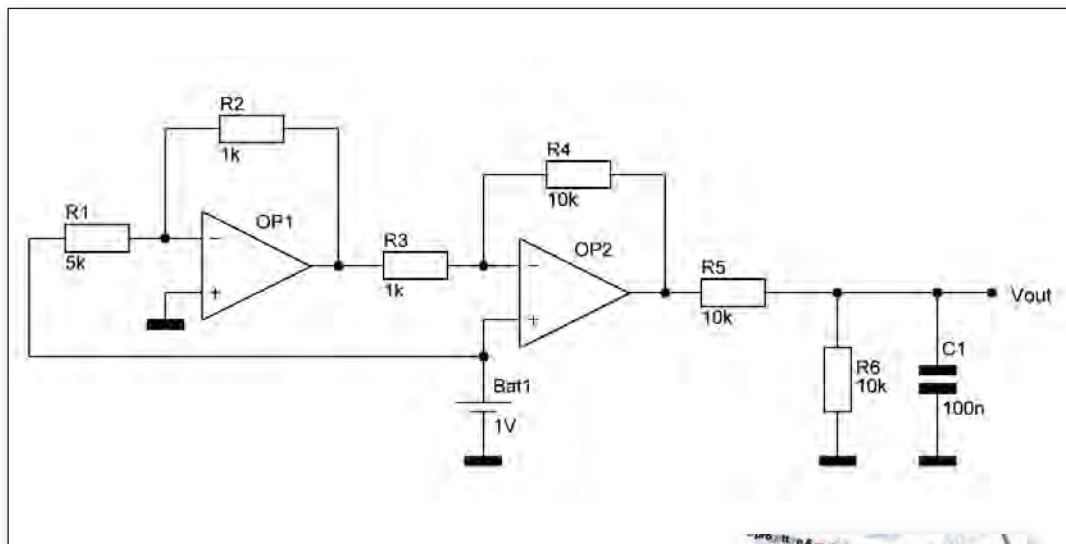
Le risposte ai quiz "facile" e "difficile" vanno inviate esclusivamente compilando il modulo su www.farelettronica.com/eq specificando la parola chiave ***"Millmann"****.*

Le risposte e i vincitori (previa autorizzazione) sono pubblicati alla pagina www.farelettronica.com/eq a partire dal 15 del mese successivo alla pubblicazione sulla rivista.

A tutti i partecipanti verrà assegnato un buono sconto del 10% (validità 3 mesi dalla data di assegnazione) utilizzabile per un prossimo acquisto su www.ieshop.it

Abbonamento al club di Fare Elettronica

facile

Determinare la tensione di uscita Vout a regime sapendo che Vin è una tensione costante nel tempo.

Abbonamento a Fare Elettronica

difficile

Considerando completamente ideale il comportamento degli amplificatori operazionali e supponendo che siano alimentati con una tensione duale di 12 V, si determini il valore della tensione di uscita.

di DANIELE CAPPA

COMBINATORE GSM

Riutilizziamo un vecchio cellulare per farci chiamare quando l'antifurto dell'auto suona

Si tratta della seconda versione di un progetto realizzato alcuni anni fa e già pubblicato su "Fare elettronica" n. 316. L'impostazione riprende quel progetto, le temporizzazioni sono realizzate con gruppi RC posti sugli ingressi di una porta Cmos, niente contatori, logiche programmabili, microcontrollori, PIC, Arduino e simili… tutto alla vecchia maniera, un CD4011 (quadruplo NAND a due ingressi), qualche transistor e tanti diodi.
Il progetto originale aveva alcune lacune, il telefono doveva essere sempre acceso e questo fatto portava ad alcuni problemi; era sufficiente un messaggio e la sequenza di chiamata non avveniva correttamente, inoltre la batteria è destinata a essere sostituita, prima o poi.

Questa nuova versione utilizza un vecchio Nokia 3330, ma altri telefoni in grado di effettuare la "chiamata rapida" vanno ugualmente bene, nelle foto lo si vede collegato a un vecchio Nokia 3210. È necessario verificare che all'accensione da freddo, vale a dire quando è stata rimossa la batteria, il telefono non richieda l'immissione della data e dell'ora, oppure che la richiesta d'immissione cessi dopo un paio di pressioni del tasto "C".
Verificheremo che il telefono possa effettuare una chiamata tenendo premuto per alcuni secondi un tasto numerico (il "2" in questo caso), con la modalità di "chiamata rapida".
Attenzione, il vecchio cellulare viene letteralmente cannibalizzato, subisce mo-

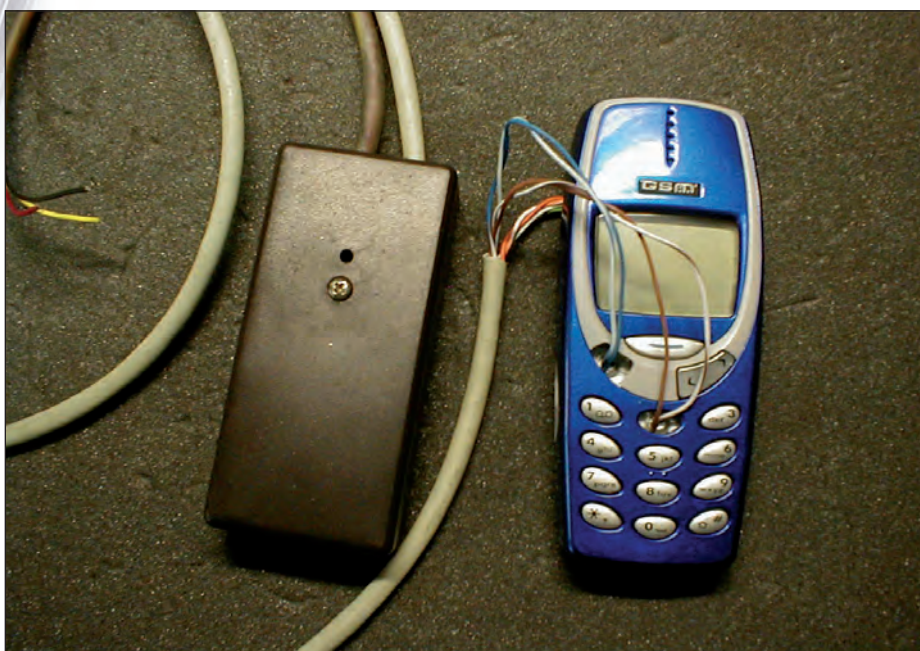



Figura 1: Nokia 3330 e interfaccia prima del montaggio in auto.

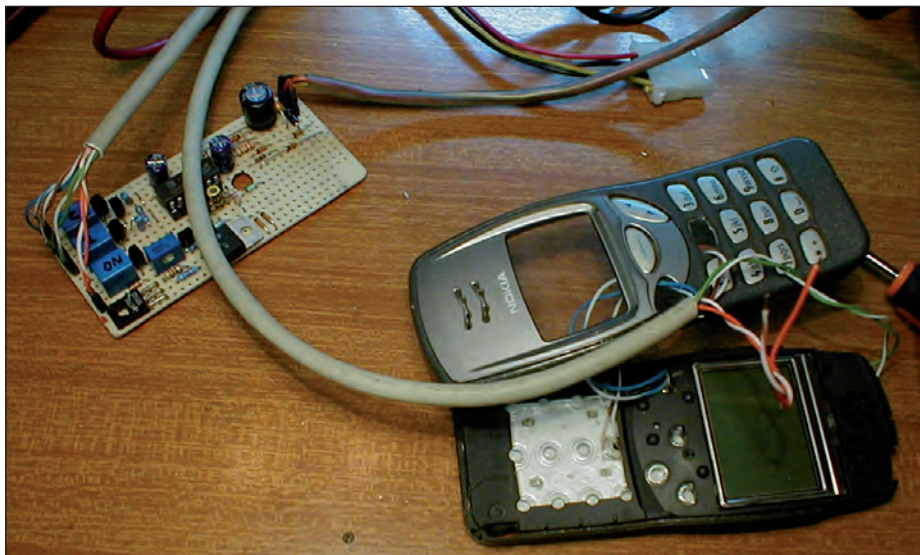



Figura 2: Nokia 3210 collegato all'interfaccia in prova.

difiche importanti che di fatto ne impediscono qualsiasi successivo riutilizzo.
L'interfaccia verso la tastiera è realizzata con alcuni micro-relè i cui contatti sono saldati ai fili che fanno capo direttamente al circuito stampato della tastiera del telefono. Probabilmente su alcuni modelli è utilizzabile direttamente il comando a collettore aperto, nel caso sarà sufficiente non montare i relè e utilizzare direttamente il collettore del transistor corrispondente, non ho effettuato misure e prove in merito sui due esemplari presi in esame.
L'antifurto dell'auto deve fornire un tensione positiva per l'alimentazione dell'interfaccia e preferibilmente avere l'uscita "clacson" intermittente. Questa possibilità alleggerisce il compito dell'interfaccia, vedremo comunque come utilizzare altri segnali.
L'interfaccia fornisce al telefono tensioni di alimentazione comprese tra 2 e 8 V, dovremmo riuscire ad alimentare qualsiasi telefono!

LA SEQUENZA DI FUNZIONAMENTO

All'attivazione dell'antifurto dell'auto viene alimentata l'interfaccia. Per mezzo del gruppo T2 e T1 il telefono è ora alimentato da un LM317 che fornisce 3,6 V direttamente ai contatti che erano della batteria del 3330.
Lo schema elettrico è diviso in due sezioni, la prima agisce all'accensione del sistema e si occupa di alimentare il telefono e accenderlo, la seconda interviene in fase di allarme e si autoripristina dopo qualche decina di secondi dall'ultimo intervento.
Quando l'impianto viene disattivato, T1 passa in interdizione e viene meno l'alimentazione al telefono il quale evidentemente si spegne.
Dopo il tempo necessario a caricare C4, i contatti del relè K1 (posti in parallelo all'interruttore di accensione) si attivano per qualche istante, ovvero fino a che anche C5 non si è caricato, accendendo il telefono.
Il gruppo R26, C9 con U2d e T9 inibiscono il funzionamento del relè di chiamata nei primi secondi dall'accensione. È importante che R26 sia molto più alta di R9 affinché il corrispondente condensatore si carichi in un tempo molto più lungo. Se avvenisse il contrario si avrebbe una chiamata non voluta da parte del telefono all'accensione del sistema.
Il minuto scarso necessario all'impianto antifurto per attivarsi completamente permette al telefono di registrarsi sulla rete, leggere la SIM e completare tutte le procedure di accensione.

IL SISTEMA È ORA PRONTO AD INTERVENIRE

In caso di allarme, contemporaneamente alla sirena viene attivato il comando intermittente che dovrebbe essere utilizzato per il clacson.
Si tratta di un comando negativo: durante il periodo di allarme, ovvero quando suona la sirena, il filo viene portato a massa 15-20 volte per circa un secondo.
Questa operazione avvia due sequenze:

Foto 3: Nokia 3330 aperto.

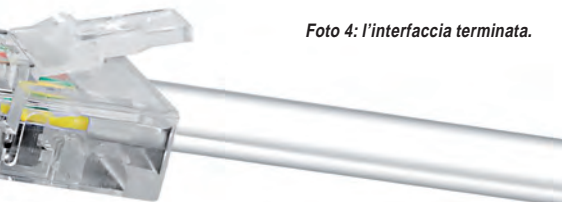
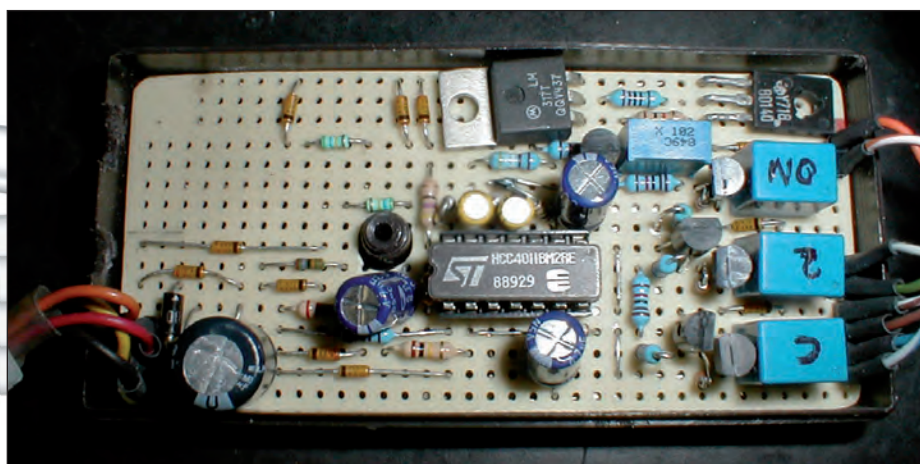



Foto 4: l'interfaccia terminata.

LISTA COMPONENTI

R1	270 ohm
R2	4k7 ohm
R3	1 kohm
R4	10 kohm
R5	33 kohm
R6	47 ohm
R7	270 kohm
R8	560 kohm
R9	330 kohm
R10	1 Mohm
R11	1 Mohm
R12	1 Mohm
R13	100 kohm
R14	10 kohm
R15	10 kohm
R16	33 kohm
R17	33 kohm
R18	10 kohm
R19	10 kohm
R20	10 kohm
R21	33 kohm
R22	10 kohm
R23	4k7 ohm
R24	10 kohm
R25	1 Mohm
R26	470 kohm
R27	10 kohm
V1	1 kohm trimmer
C1	100 microF 25 V
C2	100 nF
C3	100 microF 25 V
C4	10 microF 25 V
C5	10 microF 25 V
C6	100 nF
C7	47 microF 25 V
C8	100 nF
C9	47 microF 25 V
D1	1N4007
D2-D14	1N4148
T1	BD136
T2-T6	BC547 (NPN)
T7	BC557 (PNP)
T8 e T9	BC547
U1	LM317
U2	CD4011
K1-K3	Relè 12 V 1 sc
	Zoccolo 14 DIL
	Millefori
	conteniore

• gli impulsi necessari a scaricare C7 provocano altrettante azioni da parte di K3, è come se prima di effettuare la chiamata premessimo 3 o 4 volte il tasto "C" per cancellare quanto è presente sul display (il condensatore si scarica attraverso la R13, aumentandola aumentano i "colpi di clacson" necessari a scaricare C4 e di conseguenza il numero delle "pressioni su tasto C"). Questa procedura è necessaria, ed era la principale lacuna della versione precedente, a cancellare eventuali avvisi di messaggio da leggere, chiamata non risposta o qualsiasi altra informazione visualizzata sul display che potrebbe impedire al cellulare di effettuare la chiamata correttamente;

• C7 inizia a scaricarsi, con i valori indicati saranno necessari 3 o 4 impulsi per scaricarlo completamente, il che provoca l'attivazione del relè K2 i cui contatti attivano il tasto di chiamata rapida, il "2" in questo caso.

Terminata la fase di allarme l'ingresso non è più portato a massa, C7 si carica e dopo qualche istante anche il tasto 2 viene rilasciato.

Il sistema impiega qualche secondo a ritornare nelle condizioni iniziali ed è pronto a un altro ciclo .

NON TUTTI GLI ANTIFURTI DA AUTO SONO UGUALI…

È possibile che il sistema di allarme comandi i propri moduli esterni, sensori a ultrasuoni, di sollevamento ecc. con un comando negativo, ovvero un filo viene portato a massa quando l'antifurto è inserito. È il caso di esemplari di casa Cobra in produzione alcuni anni fa. Sullo schema elettrico, a destra dell'ingresso "+AF ON" è riportata la modifica necessaria nel caso ci trovassimo in queste condizioni.

Più spesso potremmo essere nelle condizioni di non avere a disposizione l'uscita clacson intermittente, il problema è aggirabile impiegando l'uscita del comando frecce, anch'esso intermittente, ma di polarità positiva, anche in questo caso a destra dell'ingresso "OUT CLaKson" è riportata la modifica necessaria.

In entrambi i casi si sono impiegati due inverter a transistor, un PNP per alimentare l'interfaccia e un NPN per l'ingresso del comando di allarme.

I rispettivi comandi e le modifiche posso facilmente essere realizzati entrambi, per utilizzare poi l'ingresso che ci serve.

PREPARIAMO IL TELEFONO

Verifichiamo che il telefono che intendiamo utilizzare funzioni regolarmente, inseriamo una SIM, meglio se nuova, in modo che nessuno abbia in rubrica il suo numero. Disattiviamo le richieste di sicurezza, PIN, tutti i trasferimenti di chiamata, segreteria ecc.

Memorizziamo nella rubrica della nuova SIM il numero di telefono da chiamare e inseriamolo tra le chiamate rapide.

Dopo aver verificato che il telefono funzioni regolarmente, che non richieda il PIN e che esegua correttamente la chiamata rapida, possiamo spegnerlo e smontarlo. Dobbiamo raggiungere lo stampato della tastiera, localizzare i contatti dei tre tasti necessari (accensione, cancella e il tasto

di chiamata rapida), dove salderemo tre coppie di fili – utilizzando micro-relè non è necessario stabilire se il tasto commuta o meno verso massa – quindi i due pin di alimentazione direttamente nel vano della batteria. Il telefono va poi richiuso, compatibilmente ai fili che abbiamo aggiunto, che possiamo fare uscire direttamente dal foro lasciato libero dal tasto che abbiamo rimosso.
Utilizzeremo uno spezzone di cavo schermato multipolare la cui calza sarà collegata alla massa del telefono, oppure un pezzo di cavo di rete. Le quattro coppie twistate sono l'ideale per il nostro uso. Durante l'accensione e la registrazione in rete del telefono e durante la chiamata la radiofrequenza si spreca ed è una buona idea portarne il meno possibile all'interno della nostra interfaccia.
Così ridotto il telefono non è più utilizzabile, un pulsante in parallelo ai contatti del relè che "ripete" il comando originale potrebbe essere di aiuto durante le operazioni di preparazione in auto.
Come sempre il prototipo è stato montato su un ritaglio di piastra millefori 43 x 93 mm, compatibile con il minicontenitore utilizzato. Dato l'utilizzo valgono le solite raccomandazioni, componenti nuovi e di buona qualità, nulla di recupero. All'interfaccia è affidata la nostra auto, non ci sono componenti critici e l'unica taratura da eseguire prima di collegare il telefono è la regolazione del trimmer collegato al 317 per portare la tensione di uscita verso il cellulare ai canonici 3,6 V o alla tensione della batteria originale del cellulare.
Come espresso più volte, il montaggio in auto di un particolare di questo tipo, collegato all'impianto antifurto andrà eseguito con cura, con la dovuta calma e con la perizia del caso. Tutti i collegamenti andranno saldati. Il vecchio cellulare e la sua interfaccia saranno collocati all'interno dell'abitacolo, in un punto al riparo da umidità, dal calore e lontano dalla bocchette dell'impianto del climatizzatore.
I punti di collegamento sono ricavabili dal manuale del nostro antifurto, sono informazioni che si ottengono senza problemi anche dal sito del produttore dell'antifurto stesso.
Ricordiamoci di controllare periodicamente lo stato di salute del telefono e la data di scadenza della SIM, per questo è una buona idea collocarlo in un luogo nascosto ma troppo.
Il sistema proposto non è certo un capolavoro di pulizia, ma un solo Cmos e qualche transistor svolgono egregiamente il compito previsto. Onestamente era difficile pretendere di più! ❑

CODICE MIP 2823834

1

PERCHÉ SCEGLIERE FARE ELETTRONICA:

LAVORO: Se lavori come progettista elettronico, Fare Elettronica saprà esserti utilissima con numerose idee e spunti sia dal punto di vista pratico che teorico. DIDATTICA: se lavori come insegnante in una scuola ad indirizzo tecnico, Fare Elettronica risulterà tra le migliori fonti di ispirazione per te e per i tuoi allievi. AGGIORNAMENTO TECNOLOGICO: se sei alla ricerca di una fonte d'ispirazione, Fare Elettronica non ti deluderà, fornendoti l'aggiornamento sulle più recenti tecnologie, trattate in modo esauriente e competente. HOBBY: se invece l'elettronica è la tua passione, Fare Elettronica ti permetterà di coltivarla giorno per giorno con progetti sempre appassionanti ed alla tua portata.

2

PERCHÉ SCEGLIERE FIRMWARE:

Firmware è una fantastica rivista digitale, tra le prime uscite nel settore dell'elettronica e la prima in assoluto in lingua italiana. Nasce come naturale evoluzione della rivista Firmware in edizione cartacea, rivista dedicata ai professionisti dell'elettronica, esigenti e competenti bisognosi di uno strumento di aggiornamento e di know how per l'elettronica professionale. Firmware è basata su una piattaforma che saprà regalarti una nuova esperienza di accesso a incredibili contenuti. Nessuna rivista ti sembrerà più all'altezza dopo aver visto Firmware!

3

PERCHÉ SCEGLIERE ELEKTOR:

Elektor è in circolazione in oltre 50 Paesi con un totale di 300,000 copie mensili. Pubblicato in Inghilterra, Francia, Paesi Bassi, Spagna, Grecia, Portogallo, Brasile, Svezia, Finlandia, Germania, Italia, Stati Uniti. La rivista Elektor è distribuita a livello mondiale tramite abbonamento, edicole e librerie. I siti internet sono tradotti in Inglese, Tedesco, Francese, Italiano, Cinese, Portoghese, Brasiliano, Svedese e Greco. 2 milioni di lettori mensili. 140.000 visitatori web mensili. 43.000 abbonati a e-weekly, la newsletter digitale. Elektor propone progetti di elevata qualità ideali per l'autocostruzione nei campi dei microcontrollori, audio high-end, RC modelling, RF e test & measurement. Elektor è creata da veri appassionati di elettronica. Elektor è l'unica rivista internazionale indipendente a vantare un laboratorio di progettazione e PCB design interno.

PERCHÉ SCEGLIERE TUTTE E TRE LE RIVISTE

Perché solo Inware Edizioni può darti una offerta così completa a condizioni così convenienti con un mix di aggiornamento, conoscenza, stimolo, divertimento e professionalità! Approfitta della fantastica PROMOTUTTE3 non te ne pentirai

CODICE MIP 2821183

di ROBERTO D'AMICO

Giochiamo CON I LED

Tutorial PIC18 *(parte seconda)*

Nella prima parte abbiamo analizzato alcuni concetti di base del linguaggio C; in quella che invece stiamo affrontando vedremo finalmente il PIC in azione, scrivendo il nostro primo programma per realizzare giochi di luce con i LED

Quello che vedremo è un semplice circuito che controlla quattro LED, una sorta di "Hello World" usato per le MCU. Lo schema utilizzato è quello visibile in **figura 1**, come si può vedere il circuito è molto semplice e, oltre ai LED e alle relative resistenze prevede solo i componenti base per il funzionamento dei PIC. Analizziamolo nel dettaglio per chi non ha pratica con queste MCU.

IL CIRCUITO

Per prima cosa vediamo l'alimentazione, che deve essere a 5 V sul pin 20 (VDD) del 18F2620; sul pin 19 (VSS) invece abbiamo il collegamento a massa. Il più vicino possibile a questi due pin troviamo C1, condensatore da 100 nano Farad, utilizzato per filtrare l'alimentazione della MCU e impedire spike che potrebbero causare disturbi e malfunzionamenti. Anche il pin 8 (VSS) va collegato a massa.

Passiamo ora alla sezione del quarzo, che va collegato tra i pin 9 e 10 (OSC1 e OSC2). Ognuno dei suoi capi va posto a massa tramite un condensatore a disco (C2 e C3) da 22 picofarad. Il quarzo è da 10 MHz ma, come vedremo analizzando il codice, la frequenza è ulteriormente moltiplicata da un circuito interno del PIC, che la porta a un valore di 40 MHz. Ricordo che, tramite le impostazioni del programma, è possibile utilizzare anche l'oscillatore interno e sfruttare questi due pin come ulteriori I/O.

Il pin 1 (MCLR) serve per eseguire il reset del PIC il quale, per far funzionare correttamente il microprocessore, deve essere mantenuto a 5 V tramite una resistenza da 10 kohm, altrimenti il programma non viene eseguito. Vedremo che anche questo PIN può essere usato come un I/O, anche in questo caso cambiando semplicemente alcune impostazioni dal programma. Il pulsante S1, facoltativo, è stato inserito nello schema a scopo indicativo, il suo compito è semplicemente eseguire il RESET del MCU quando viene premuto.

Il connettore J1 è utilizzato per la programmazione in circuit. Questa funzione, offerta da alcuni programmatori, è molto comoda perché permette di programmare il PIC senza doverlo rimuovere dal circuito.

Ed eccoci arrivati ai LED collegati ai pin 2 (RA0), 3 (RA1), 4 (RA2) e 5 (RA3) tramite resistenze da 470 ohm. Fate attenzione, durante il montaggio, a mettere il catodo (riconoscibile per essere il reoforo più corto) dei LED verso massa.

Il circuito è molto semplice e può essere montato con varie tecniche, durante le varie lezioni del corso i circuiti verranno montati per semplicità operativa su una

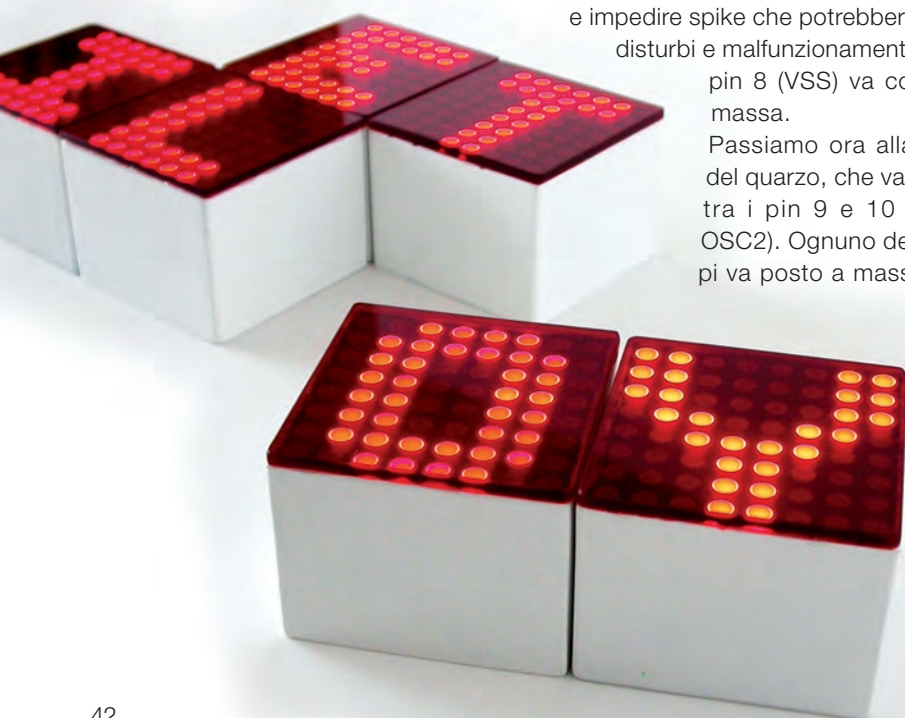
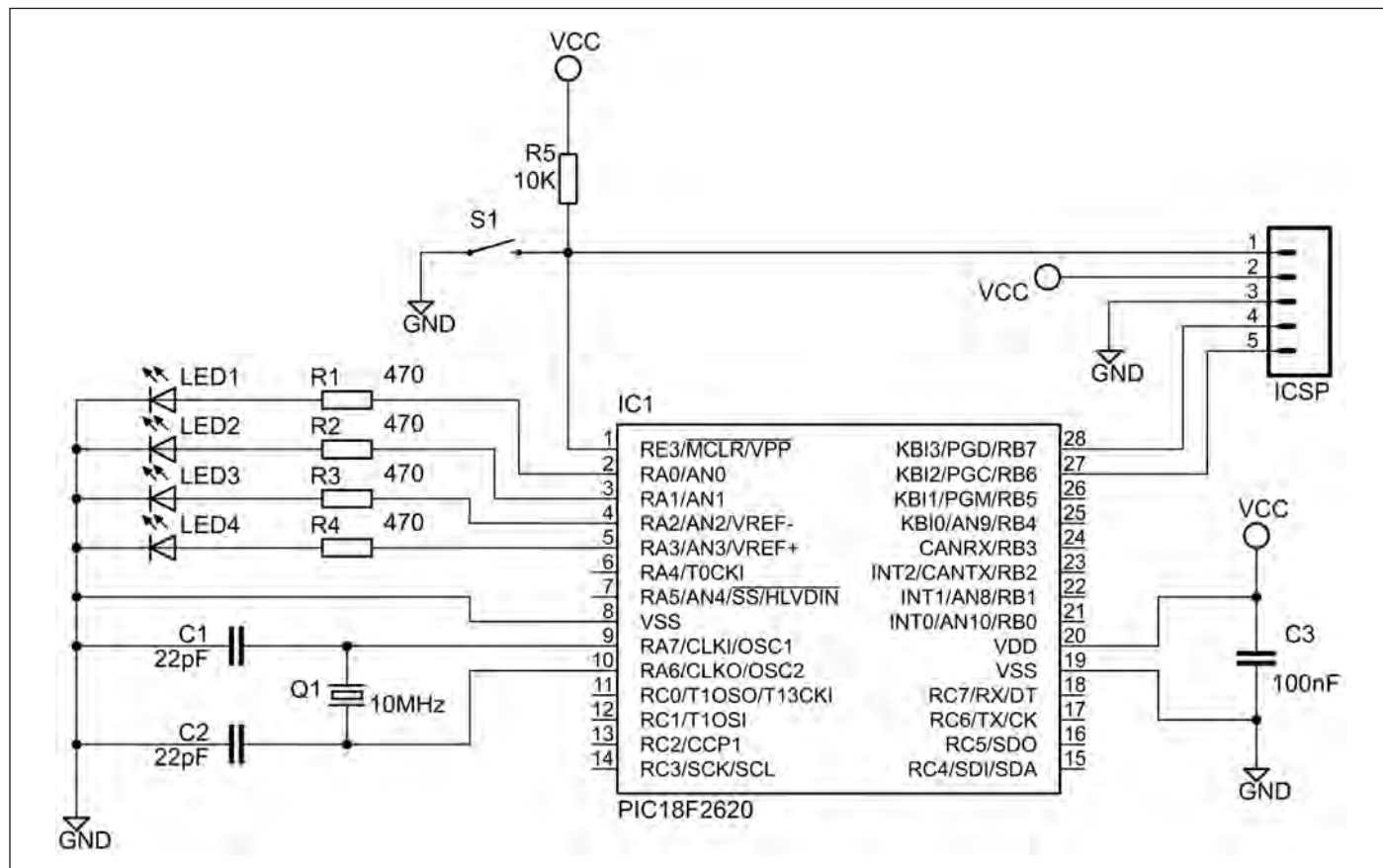
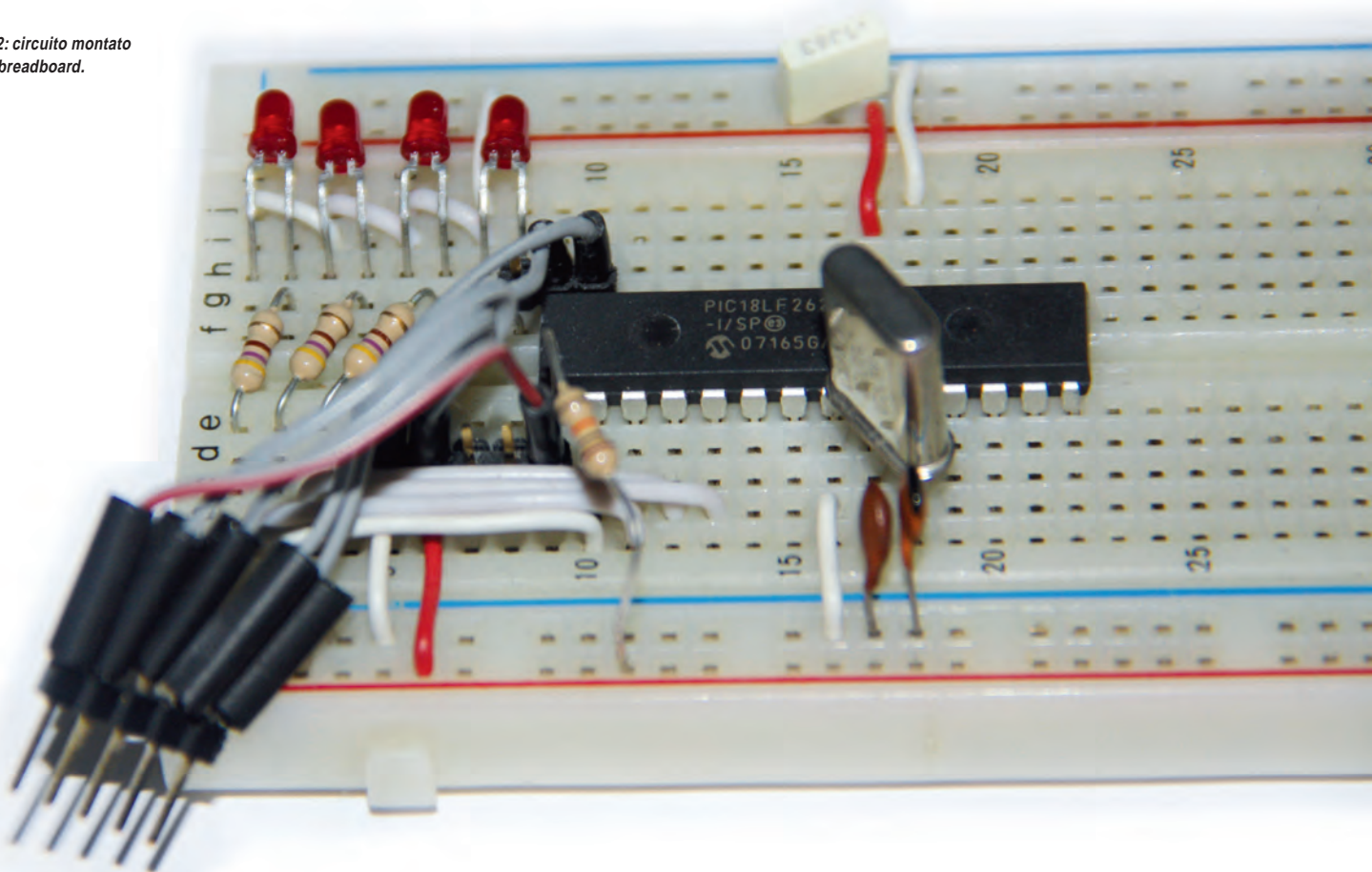



Figura 1: schema elettrico del circuito.

breadboard. Come potete vedere dalla **figura 2** il cablaggio è molto semplice e rapido. Il connettore volante che si può vedere è utilizzato per collegare il programmatore che utilizza l'ICSP (In Circuit Serial Programming) e, se usate un altro sistema che non prevede la programmazione in Circuit, potete farne a meno.

ACCENDIAMO I LED

Cominciamo ora ad analizzare il codice del primo programma che farà accendere i LED del circuito in sequenza, prima in un verso e poi nell'altro, in pieno stile Super Car.
Come abbiamo visto nella precedente puntata, le righe 1 e 2 indicano al compilatore che deve includere i file indicati nelle parentesi angolari. Nel file p18f2620.h si trovano le definizioni di tutti i registri e porte di tale PIC. Per ogni PIC esiste il suo specifico file .h da includere nel progetto, mentre nella riga 2 troviamo l'inclusione del file delay.h, una libreria di funzioni del C18 per realizzare ritardi basati sul numero di cicli macchina, quindi dipendenti dalla frequenza di utilizzo del MCU.
Dalla riga 6 fino alla 39 sono indicate le impostazioni dei vari FUSE del PIC tramite la direttiva #pragma, i quali corrispondono a particolari registri che servono a configurare il PIC e alcune sue periferiche. Un esempio è la riga 6, dove troviamo la configurazione dell'oscillatore, impostato al valore HSPLL. Questo indica che la frequenza del quarzo esterno sarà moltiplicata per 4.
Nella riga 14 troviamo la configurazione del pin MCLR per poterlo utilizzare come pin di I/O o come pin di reset. Per maggiori dettagli sul significato di ognuno dei fuse potete fare riferimento ai brevi commenti presenti nel **listato 1** o alla documentazione del C18, dove potrete trovare un documento (hlpPIC18ConfigSet.chm) che spiega il funzionamento di tutti i FUSE e i possibili valori per ogni PIC della serie 18.
Nelle righe da 43 a 46 sono definite le etichette per LED1, LED2, LED3 e LED4, che sono associate ai bit LATA0, LATA1, LATA2 e LATA3, del registro LATA.
A questo punto una breve spiegazione sulle porte dei PIC è necessaria: tutti i pin di I/O sono raggruppati in "porte", genericamente da 8 bit, quindi 8 pin di I/O. Ogni porta è identificata da una lettera. Il PIC 18F2620 dispone di tre porte e, come vedremo, per ogni porta si hanno tre registri.
Il LAT è un registro che viene usato quando la porta è impiegata come output. I registri PORT invece sono utilizzati per gestire l'input delle porte stesse, mentre il registro TRIS, che tratteremo in seguito, è utilizzato per definire il verso di utilizzo dei singoli bit della porta. Nelle define del li-

Figura 2: circuito montato su una breadboard.

stato, la sintassi LATAbits.LATA0 indica che si sta puntando al bit 0 del registro LAT della porta A. Vedremo il significato della sintassi in dettaglio in altre puntate.
Alla riga 50 troviamo la sezione principale del programma che, come abbiamo già visto, è contenuto in una funzione il cui nome è main.
Alla riga 53 c'è la definizione di una variabile di tipo unsigned char. In base a quanto visto nella puntata precedente, questa definizione indica che la variabile rappresenta una locazione di memoria atta a contenere un numero composto da 8 bit, il cui valore è senza segno, cioè un numero che può avere solo valori positivi, quindi la variabile dichiarata può contenere un numero che varia da 0 a 255.
Ricordo che stiamo lavorando con MCU, le quali non hanno un grosso quantitativo di memoria, pochi kbyte, quindi è buona norma non sprecare le risorse. Nell'esempio di codice che stiamo analizzando ciò ha poco senso, visto che il programma è molto breve, ma è bene abituarsi sin dal principio a risparmiare memoria laddove è possibile.
Passiamo ora alla configurazione del PIC: dalla riga 56 fino alla 65 ci sono alcune impostazioni dei registri, in pratica le istruzioni riportate servono per settare tutti i pin in modo da funzionare come output digitali. Come visibile anche nello schema elettrico, i diodi LED sono collegati ai primi 4 bit del PORTA, i quali possono essere utilizzati da diverse periferiche del PIC, come ad esempio I/O digitali, ingressi analogici o per le tensioni di riferimento del convertitore AD. Quindi, per utilizzarli, è necessario configurarli nel modo corretto. Alla riga 56 troviamo la valorizzazione del registro ADCON1, uno dei registri di controllo per il convertitore analogico/digitale. Per il momento basterà sapere che, impostando i primi 4 bit di questo registro a 1, tutte le porte che hanno anche funzionalità di conversione A/D sono impostate come digitali. Avremo modo di osservare il registro in dettaglio quando affronteremo la conversione da analogico a digitale.
Alla riga 57 troviamo il registro CMCON, i cui i primi 3 bit servono a disabilitare la funzione di comparazione sui pin da RA0 a RA3. Anche questo registro sarà analizzato meglio prossimamente.
Le righe da 59 a 61 servono semplicemente a mettere a 0 i registri delle varie porte, cioè a impostare tutte le uscite del PIC a livello logico basso. Quest'operazione costituisce una buona abitudine, da effettuare sempre prima di impostare i registri TRISx, dove x sta per il nome della porta (righe 63, 64 e 65). I registri TRIS servono a indicare la direzione del se-

LISTATO 1

```
1: #include <p18f2620.h>
2: #include <delays.h>
3: /**********************
4:  * DEFINIZIONE PRAGMA *
5:  **********************/
6: #pragma config OSC = HSPLL // PPL 4x
7: #pragma config FCMEN= OFF  // File-Safe
clock monitor
8: #pragma config IESO = OFF  // Internal
External OSC
9: #pragma config PWRT = ON   // Power Up
timer
10: #pragma config BOREN= OFF // Brown Out
reset
11: #pragma config BORV = 0   // Brown Out
voltage
12: #pragma config WDT = OFF  // WhatchDog
timer
13: #pragma config WDTPS= 1   // WhatchDog
postscaler
14: #pragma config MCLRE= ON  // MCLR ena-
ble
15: #pragma config LPT1OSC = OFF  // T1
Oscillator enable
16: #pragma config PBADEN = OFF   // PORTB
A/D enable
17: #pragma config CCP2MX = PORTC // CCP2
Multiplex RB3/RC1
18: #pragma config STVREN = ON // Stack
Overflow reset
19: #pragma config LVP = OFF   // Low Vol-
tage ICSP
20: #pragma config XINST= OFF  //
21: #pragma config DEBUG= OFF  // Back-
ground Debugger enable
22: #pragma config CP0 = OFF   // Code Pro-
tection Block 0
23: #pragma config CP1 = OFF
24: #pragma config CP2 = OFF
25: #pragma config CP3 = OFF
26: #pragma config CPB = OFF  // Boot Block
27: #pragma config CPD = OFF  // Data EE-
PROM
28: #pragma config WRT0 = OFF // Write Pro-
tection
29: #pragma config WRT1 = OFF
30: #pragma config WRT2 = OFF
31: #pragma config WRT3 = OFF
32: #pragma config WRTB = OFF // Boot Block
33: #pragma config WRTC = OFF // Configura-
tion Register
34: #pragma config WRTD = OFF // Data EE-
PROM
35: #pragma config EBTR0= OFF // Table Read
protection Block0
36: #pragma config EBTR1= OFF
37: #pragma config EBTR2= OFF
38: #pragma config EBTR3= OFF
39: #pragma config EBTRB= OFF // Boot Block
Table Read protect
40: /**********
41:  * DEFINE *
42:  **********/
43: #define LED1 LATAbits.LATA0
44: #define LED2 LATAbits.LATA1
45: #define LED3 LATAbits.LATA2
46: #define LED4 LATAbits.LATA3
47: /********
48:  * MAIN *
49:  ********/
50: void main(void)
51: {
52:       // Definizione di una variabile
53:     unsigned char counter;
54:
55:     // Impostazione dei registri di
configurazione del PIC
56:     ADCON1=0b00001111;
57:     CMCON=0b00000111;
58:     // Reset iniziale delle porte
59:     PORTA=0;
60:     PORTB=0;
61:     PORTC=0;
62:     // Definizione della funzione delle
singole porte
63:     TRISA=0x00;
64:     TRISB=0x00;
65:     TRISC=0x00;
66:
67:     // Accende il primo LED
68:     LED1=1;
69:     Delay10KTCYx(250);
70:     // Loop infinito
71:     for(;;)
72:     {
73:         // Esegue lo shift a sinistra
del bit/LED
74:         for(counter=0;counter<3;coun-
ter++)
75:         {
76:             LATA=LATA<<1;
77:             Delay10KTCYx(250);
78:         }
79:         // Esegue lo shift a destra del
bit/LED
80:         for(counter=0;counter<3;coun-
ter++)
81:         {
82:             LATA=LATA>>1;
83:             Delay10KTCYx(250);
84:         }
85:     }
86: }
```

TABELLA 1

0b01010011	Notazione binaria: si distingue dal prefisso “0b” che precede il numero. Naturalmente accetta solo i numeri 1 e 0
128	Notazione decimale: in questo caso non si utilizza alcun prefisso, ma si scrive semplicemente il numero, utilizzando le cifre da 0 a 9
0x2F	Notazione esadecimale: si distingue dal prefisso “0x” e accetta tutte le cifre numeriche da 0 a 9 più i caratteri a, b, c, d, e, f

Tabella 1: tre modi diversi per scrivere un numero.

gnale digitale di ogni singolo bit della porta. Un bit valorizzato a 1 indica input, mentre valorizzato a 0 indica output. Nel nostro caso come si può vedere, abbiamo assegnato tutti i bit come output.
Nell’impostazione dei valori dei registri, che abbiamo appena visto, sono stati volutamente utilizzati tre modi differenti per scrivere i numeri, proprio per mostrare i possibili modi che possono essere utilizzati in C e che trovate riepilogati in **tabella 1**.
Avrete notato che è stato scritto il numero nella notazione esadecimale con la F maiuscola, mentre nell’elenco le lettere utilizzate nei numeri esadecimali sono scritte in minuscolo. Non si tratta né di un errore né di un’eccezione alle regole del linguaggio C, bensì stiamo parlando, in questo caso, di numeri e non di nomi che il compilatore deve interpretare, quindi non ci sono problemi a scriverlo in un modo o in un altro.
Finalmente, dopo aver impostato tutte le configurazioni necessarie per il corretto funzionamento del programma, siamo al codice che viene eseguito dal PIC per far lampeggiare i LED. Alla riga 68 troviamo la prima istruzione che riporta:

```
LED1=1;
```

Come abbiamo già visto, nella precedente puntata, LED1 è un’etichetta che abbiamo definito alla riga 43, e ora sappiamo che per il compilatore la riga 68 equivale a:

```
LATAbits.LATA0=1;
```

Vedete che, oltre ad essere più semplice da scrivere l’etichetta, è anche più comprensibile il codice. Scrivere LATAbits.LATA0 indica solo quale bit del registro LAT della porta A si sta utilizzando e non aiuta a capire a quale parte del circuito è collegata. In qualunque dei due modi scriverete il codice, dopo l’esecuzione della riga 68 il primo LED risulterà acceso.
La riga 69 fa una chiamata a una funzione di ritardo, definita nel file delay.h. Come potete vedere, non restituisce alcun valore e prende un parametro in ingresso. Esistono in questa libreria funzioni capaci di gestire ritardi di diverse durate, la funzione utilizzata nel **listato 1** è la Delay10KTCYx(numero_ripetizioni). Il nome indica che la funzione esegue un ritardo della durata di:

```
10000*TCY*numero_ripetizioni
```

dove TCY corrisponde a quattro volte il periodo di clock del microcontrollore.
Nel circuito dell’esempio, con un quarzo da 40 MHz abbiamo un periodo di 1/40000000 = 0,000000025 secondi. Come affermato in precedenza, TCY corrisponde a quattro volte questo valore, quindi abbiamo TCY = 0,000000025 * 4 = 0,0000001 secondi.
Alla riga 69 è impostato come parametro della funzione di Delay il valore 250. A questo punto abbiamo i dati necessari per calcolare la durata del ritardo, che sarà 10000 * 0,0000001 * 250 = 0,25 secondi, che equivale a dire 250 millisecondi.
Vediamo ora il funzionamento dell’istruzione for **[1]** (righe 71, 74, 80), utilizzata per ripetere una o più righe di codice per un numero definito di volte, la cui sintassi è la seguente:

```
for(<inizializzazione>;<condizione>;<variazione>)
{
    /* Codice eseguito nel ciclo */
```

Il ciclo for si basa su di una variabile, alla quale in <inizializzazione> viene impostato il valore iniziale; in <condizione> va indicato il controllo da effettuare sulla variabile per stabilire quando dovrà essere interrotto il ciclo, mentre in <variazione> si indica in che modo la variabile deve cambiare a ogni iterazione.
Nel programma del **listato 1** abbiamo due cicli for di questo tipo:

```
for(counter=0;conter<3;counter++)
{
    ....
}
```

Figura 3: finestra di dialogo per la creazione di un nuovo progetto.

Come si può notare, la variabile counter è inizializzata a zero, e il controllo è definito da counter<3, mentre l'ultimo parametro è la variazione indicata da counter++. Questa istruzione utilizza l'operatore ++ che sta a indicare l'incremento di uno della variabile counter. Scrivere i due segni più, a destra di una variabile, equivale a scrivere counter = counter+1, cioè incrementare di uno la variabile e assegnare il risultato alla variabile stessa. Ci sono anche altri operatori che funzionano in modo simile, ad esempio — decrementa di 1 la variabile, nel corso delle lezioni incontreremo altri operatori di questo tipo. Vediamo ora nel dettaglio che cosa succede nel ciclo for, alla prima iterazione è valorizzata la variabile di riferimento del ciclo (counter=0) e in seguito verificata la condizione per valutare se questa è vera. Per la prima iterazione abbiamo counter=0 che è minore di 3, quindi la condizione è vera ed è eseguito il codice contenuto nelle parentesi graffe alla fine del quale è eseguita l'istruzione di variazione, che nel **listato 1** corrisponde all'incremento della variabile (counter=counter+1 ovvero 0+1=1). Dalla seconda iterazione in poi non è più inizializzata la variabile, quindi viene di nuovo verificata la condizione (1<3), se è ancora vera esegue di nuovo il codice all'interno delle paretesi graffe del ciclo for e poi di nuovo la variazione della variabile. Questo processo si ripete fino a quando la condizione non è più vera: nell'esempio che stiamo analizzando, dopo alcuni cicli avremo che la variabile counter vale 3, quindi il controllo della condizione con i valori 3<3 è falsa e il ciclo è interrotto e riprende il programma dalla prima istruzione il qule segue il blocco di codice contenuto nelle parentesi graffe del ciclo for (riga 80).

Prima di continuare, una piccola nota sull'istruzione for presente alla riga 71. Avrete notato che non è stato indicato alcun parametro di controllo e non presenta alcuna condizione di arresto del ciclo, né tantomeno di variazione. In questo modo si ottiene quello che è chiamato un LOOP infinito. Questo tipo di loop è utilizzato nel codice per MCU per far eseguire un programma in continuazione. Se così non fosse, dopo aver eseguito i due cicli for del nostro programma, questo continuerebbe senza eseguire alcuna istruzione perché il Program Counter **[2]** di MCU continuerebbe a essere incrementato fino ad arrivare all'ultimo indirizzo di memoria che contiene il programma disponibile, per poi ricominciare da zero. Avremmo così un comportamento un po' anomalo del codice.

Alla riga 76 incontriamo un nuovo operatore, <<, lo shift a sinistra, la cui sintassi è variabile<<numero_spostamenti, e indica che sarà eseguita una traslazione verso sinistra dei bit che compongono la variabile, di tante posizioni quante sono indicate in numero_spostamenti. Nel **listato 1**, alla prima iterazione del ciclo for il registro LATA è valorizzato con 0b00000001 (perché il programma ha impostato a 1 solo il bit 0 del registro LATA quando ha eseguito l'istruzione LED1 = 1;), l'istruzione alla riga 76 definisce uno shift a sinistra di 1 bit, quindi dopo averla eseguita il registro LATA conterrà il valore 0b00000010 e, come potete vedere, il bit che stava a li-

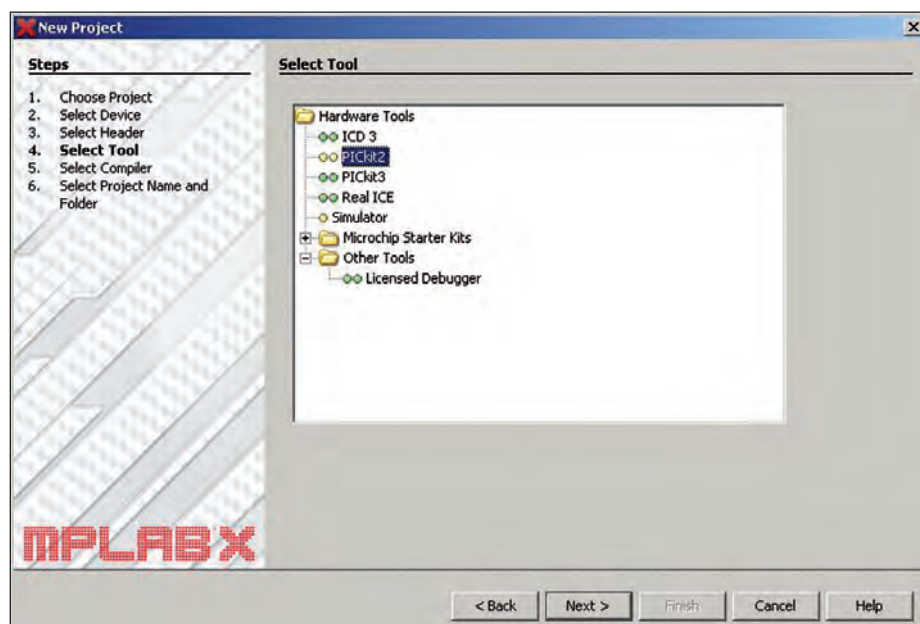



Figura 4: step per la selezione del PIC utilizzato.

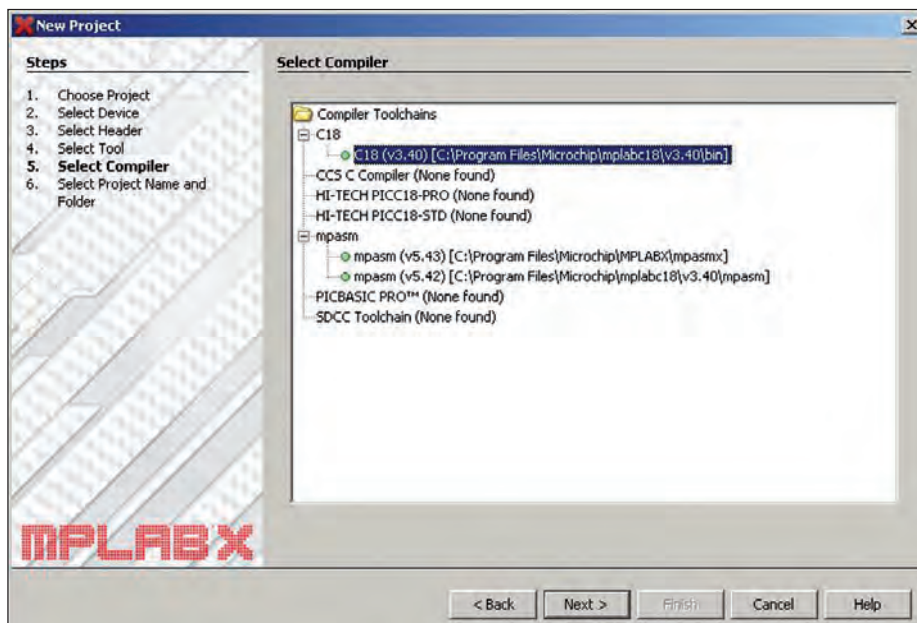



Figura 5: selezione del compilatore usato nel progetto.

vello logico alto si è spostato dalla posizione 0 alla posizione 1.
Come ormai sarà chiaro, a ogni iterazione del ciclo for questo bit si sposterà di un'altra posizione, cambiando ogni volta di conseguenza il LED acceso, fino ad arrivare ad accendere il LED4.
Alla riga 82, all'interno dell'altro ciclo for, troviamo l'operatore >>, si tratta dello stesso tipo di operatore cha abbiamo appena visto ma, com'è facile intuire, esso esegue lo shift dei bit verso destra, cambiando il LED acceso nel verso opposto al ciclo precedente. Al termine di questo ciclo for il programma si troverà anche alla fine del loop infinito innescato dal for di riga 71, quindi il programma riprenderà a eseguire il codice da questa riga per ripetere nuovamente i due cicli interni, replicando l'intero processo in continuazione finché il PIC sarà alimentato.
Come ultima parte del codice da analizzare vediamo i commenti. Esistono due modi per scriverli: il primo si ottiene scrivendo // ed è un commento su una sola riga, dunque tutto quello che segue a destra non sarà interpretato dal compilatore. L'altro tipo di commento, che si apre con /* e si chiude con */, può essere utilizzato su una o più righe, come si può vedere ad esempio alle righe 40, 41 e 42 del programma. Ricordo che scrivere i commenti è molto importante; può sembrare noioso e una perdita di tempo, ma prendere l'abitudine di scrivere buoni commenti aiuta non solo altri con cui vorremo condividere il nostro codice, ma anche noi stessi quando avremo necessità di rivederlo dopo tanto tempo.

UTILIZZARE MPLABX

Vediamo ora alcune funzionalità base per utilizzare l'ambiente di sviluppo e creare i progetti necessari a eseguire gli esempi del corso e come programmare il PIC. Avviate MPLABX e, dal menu File, selezionate la voce New Project...; si aprirà la finestra di dialogo per la creazione di un nuovo progetto, visibile in **figura 3**; selezionate nella colonna Categories la voce Microchip Embedded e, nella colonna Project, selezionate Standalone Project; andate al passo successivo cliccando sul pulsante Next.
Nella nuova schermata ci sono due menu a tendina, dal primo selezionate la famiglia di dispositivo Advanced 8-bit MCUs (PIC18), il Device PIC18F2620 e procedete al prossimo step con il pulsante Next.
Nella schermata Select tool, come si può vedere in **figura 4**, selezionate il programmatore di cui disponete e cliccate sempre Next per andare avanti.
Nella nuova schermata va selezionato il compilatore che sarà utilizzato per il progetto. Se avete installato tutto correttamente nell'elenco vedrete, come in **figura 5**, una riga con riportato il C18, selezionatela e proseguite con Next.
Nell'ultima schermata va indicato il nome del progetto, per le lezioni del corso sarà utilizzato lo standard per i nomi dei progetti: LezioneNumerolezione_Numerolistato. Quindi questo progetto è chiamato Lezione2_1; cliccate sul pulsante Finish e il progetto è pronto.
Bisogna ora aggiungere il file che conterrà il codice. Per farlo selezionate la cartella Source Files, come mostrato nella **figura 6**, fate click con il tasto destro del mouse dal menu contestuale, selezionando New e poi C Main file… Si aprirà una nuova finestra di dialogo in cui inserire il nome da dare al file.
Potete utilizzare sempre Lezione2_1 per semplicità, ma potete chiamarlo anche in un altro modo, cliccando sul pulsante Finish per completare l'operazione. Viene quindi aggiunto il file al progetto e, visualizzato il contenuto

MPLAB X IDE v1.10 - Lezione2_1 : default

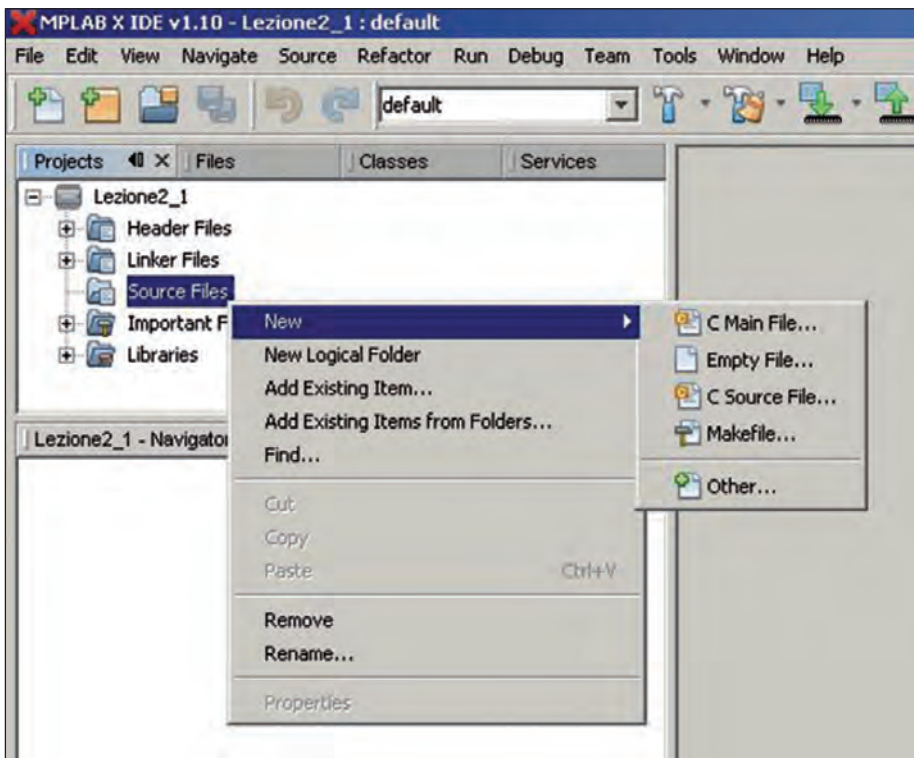



Figura 6: aggiungere un file al progetto.

nell'editor con del codice di esempio, che dovrete sostituire con quello del programma della lezione. Come potete vedere in **figura 7** l'editor aiuta nella lettura del codice, scrivendo i caratteri con colori diversi a seconda di ciò che essi rappresentano.

Dopo avere salvato il file, si può passare a compilare il programma. È in questa fase che entra in gioco il compilatore, controllando che il codice sia scritto in modo corretto, rispettando tutte le regole, applicando le direttive al precompilatore e convertendo il programma in istruzioni comprensibili da parte del microcontrollore. Per farlo basta cliccare sul pulsate con il martello presente nella toolbar di MPLAB X; se tutto è andato bene, nella parte bassa dell'IDE si aprirà la finestra di Output e, dopo una serie di operazioni, vedremo la scritta BUILD SUCCESSFUL.

Al contrario se ci dovessero essere errori vedremo la scritta BUILD FAILED e, poco più in alto, sempre nella finestra di Output, ci saranno uno o più link che ci ri-

```
49    ********/
50  void main(void)
51  {
52      // Definizione di una variabile
53      unsigned char counter;
54
55      // Impostazione dei registri di configurazione del PIC
56      ADCON1=0b00001111;
57      CMCON=0b00000111;
58      // Reset iniziale delle porte
59      PORTA=0;
60      PORTB=0;
61      PORTC=0;
62      // Definizione della funzione delle singole porte
63      TRISA=0x00;
64      TRISB=0x00;
65      TRISC=0x00;
66
67      // Accende il primo LED
68      LED1=1;
69      Delay10KTCYx(250);
70      // Loop infinito
```

Figura 7: come appare l'ambiente di sviluppo con il progetto caricato.

mandano alla riga di codice errata. Potete fare una prova per vedere che cosa succede in caso di errore, aggiungendo in un punto qualsiasi del codice la chiamata a una funzione che non esiste.
Per finire colleghiamo il programmatore al PC e al circuito, cliccando nella toolbar il pulsante per la programmazione del PIC. Sempre nella finestra di Output sono riportate le operazioni effettuate dal programmatore e il loro esito. Al termine della programmazione del PIC, il programmatore alimenterà il circuito e potremo vedere il programma in esecuzione e i LED accendersi come le luci di Super Car.

ESERCIZI

Provate a togliere il ciclo for(;;) che genera il loop infinito, senza dimenticare di rimuovere le relative parentesi graffe, per vedere come cambia l'esecuzione del programma.
Come altro esercizio, potete provare a cambiare le impostazioni dei cicli for per creare nuovi giochi di luce con i LED.

LA PUNTATA SCORSA

Sarà ormai chiaro a tutti che il valore della variabile risultato del programma studiato nella puntata precedente è 53. Mentre, per quanto riguarda la seconda domanda, cambiando il tipo della variabile totale in unsigned char non succede nulla se usiamo gli stessi valori riportati nell'esempio per fare la somma ma, se proviamo a valorizzare le tre variabili val_uno, val_due e val_tre con il valore 255, il massimo supportato da questo tipo di dato, avremo come risultato 0xFD=0b11111101=253, perdendo così buona parte dell'informazione.
Può sembrare un risultato strano ma, se proviamo a ragionarci su, è molto semplice capirne il motivo: scrivere 255 + 255 equivale a scrivere in binario 0b11111111+0b11111111. Il risultato di questa somma è 510 in decimale e 0b111111110 in binario, ma questo numero richiede 9 bit per essere rappresentato, mentre un unsigned char è di soli 8 bit, quindi sulla base di quanto abbiamo visto per il cast, dopo la somma andremo a perdere il bit più significativo (quello più a sinistra) e, di conseguenza il valore della somma sarà 0b11111110 che in decimale corrisponde a 254. Ora è chiaro che aggiungendo a questo valore ancora 255 avremo come risultato finale 253.
Ancora una volta è fondamentale sottolineare l'attenzione da tenere quando si definisce un tipo di variabile, perché ci si può trovare facilmente nelle condizioni in cui il programma non sembra funzionare correttamente, riportando valori insoliti. Si tratta di banali errori di analisi difficili da capire e da correggere in seguito. ❏

PER *approfondire...*

- http://it.wikipedia.org/wiki/Ciclo_for
- http://it.wikipedia.org/wiki/Program_counter

CODICE MIP 2821437

INFO

INVESTIAMO
NEL FUTURO

a cura della redazione

Alla conquista di Marte!

Riattivazione

Spedizione sui monti Dachstein, in Austria, per testare veicoli robotizzati "marziani"

Da sempre TME sostiene le nuove tecnologie e ne segue gli sviluppi con interesse. Dopo la sponsorizzazione di "Scarabeo", robot marziano, i suoi inventori (o meglio, "creatori") – studenti del Politecnico di Varsavia e membri della Mars Society Polska – si sono qualificati (unici rappresentanti europei) al concorso internazionale per veicoli robot marziani "University Rover Challenge 2009".
Il concorso si è svolto nel deserto dello Utah negli USA.
Per questo non abbiamo esitato neanche per un momento, quando la startup ABM Space Education della città di Torun, con il contributo dei ricercatori dell'Università Copernicus si è presentata da noi con la richiesta di contribuire alla spedizione sui monti Dachstein in Austria, dove nei giorni dal 17 Aprile al 1° Maggio 2012 hanno avuto luogo i test sul terreno per i veicoli robotizzati marziani.
Questi test sono stati condotti in tre luoghi accuratamente scelti nella zona delle Mammoth e Ice caves, che si trovano in una riserva ambientale protetta dall'UNESCO.
L'organizzatore di questo evento è Austrian Space Forum, un'organizzazione che gestisce un programma di ricerca e sviluppo dell'equipaggiamento per l'esplorazione di Marte, pianeti e ambienti estremi.
Ai test hanno partecipato, oltre alla squadra polacca, nove gruppi provenienti dall'Austria, dalla Francia e dagli USA.
Sul veicolo robot ABM SE (Magma White), che ha rappresentato la Polonia, è stato installato un georadar (GPR) WISDOM, sul quale hanno lavorato gli scienziati francesi.
Questo dispositivo è pensato per il veicolo robot EXOMARS per la missione ESA su Marte programmata per l'anno 2018.
Questo radar sta eseguendo test in vari luoghi della Terra, che presentano analogie con l'ambiente marziano, dove è possibile la piena simulazione delle condizioni presenti su Marte.
La partecipazione alla missione è stata un'occasione unic, per poter assimilare molte informazioni interessanti, per fare conoscenza con nuove persone che seguono appassionatamente questo progetto, ma anche per osservare le tecnologie più innovative, presentare il proprio equipaggiamento e condividere le proprie esperienze. Durante i test sono stati eseguiti alcuni esperimenti oltre che la prova della nuova versione della tuta spaziale Auoda.X. Sono stati anche verificati i metodi di collegamento e di comando a distanza.
La tecnologia WISDOM può rivelarsi utile non solo per le missioni di Marte, ma anche nella ricerca oltre lo spazio. Tutta la missione è stata trasmessa via Internet.
TME è uno degli sponsor della missione Dachstein.

Il veicolo robotizzato ABM SE (Magma White) con a bordo il georadar (GPR) WISDOM.

L'ambiente "marziano" dove sono stati testati i veicoli robot.

di MARCO CARMINATI

SENSORI DI CAMPO MAGNETICO *magnetoresistivi*

Dagli hard disk alle bussole elettroniche miniaturizzate, la misura del campo magnetico svolge un ruolo tecnologico fondamentale, nonostante il progettista elettronico sia spesso più abituato a interagire con il campo elettrico. I sensori magnetoresistivi rappresentano un semplice e robusto strumento per la misura accurata del campo magnetico alla portata di ogni sperimentatore

A causa dell'intimo legame esistente tra i fenomeni elettrici e quelli magnetici abbiamo a disposizione una vasta gamma di sensori di campo magnetico basati su diversi effetti fisici, in grado di produrre un segnale elettrico proporzionale all'intensità di un campo magnetico esterno lungo un asse di sensibilità del sensore. Tra le molteplici tecnologie per la realizzazione di sensori magnetici allo stato solido troviamo sensori a effetto Hall, microfluxgate, magnetoinduttivi e magnetoresistivi.
Prima di entrare nel vivo della descrizione di questi ultimi vale la pena di richiamare le unità di misura che potrebbero creare confusione. Nel Sistema Internazionale l'intensità del campo magnetico H si misura in [A/m] mentre la densità di flusso magnetico B in un materiale, a esso legata tramite la permeabilità μ del materiale ($B = \mu \times H$), si misura in Tesla [T] o, nel mondo anglosassone, in Gauss [G] ($1T = 10^4$ G). Poiché in aria H e B coincidono ($\mu = 1$), Tesla e Gauss vengono usati indistintamente al posto di A/m.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

L'effetto magnetoresistivo, cioè la variazione di resistenza nei materiali ferromagnetici in funzione del campo magnetico esternamente applicato, fu originariamente osservato da Lord Kelvin a metà del XIX secolo. Questo effetto è alla base dei sensori magnetoresistivi anisotropi (AMR Anisotropic Magneto-Resistance). La variazione percentuale di resistività è tipicamente pari al 2-3%. I materiali comunemente impiegati in virtù della maggiore sensibilità sono leghe di nickel e ferro. In particolare si usa il Permalloy, materiale ferromagnetico policristallino costituito da 20% di ferro e 80% di nickel. L'anisotropia del materiale viene enfatizzata crescendolo in strisce lunghe e sottili: durante la deposizione si applica un forte campo magnetico che orienta i dipoli lungo l'asse longitudinale (detto easy axis), imprimendo così una magnetizzazione nativa H_0 al materiale.
La variazione di resistenza è dovuta all'interazione tra il campo magnetico ester-

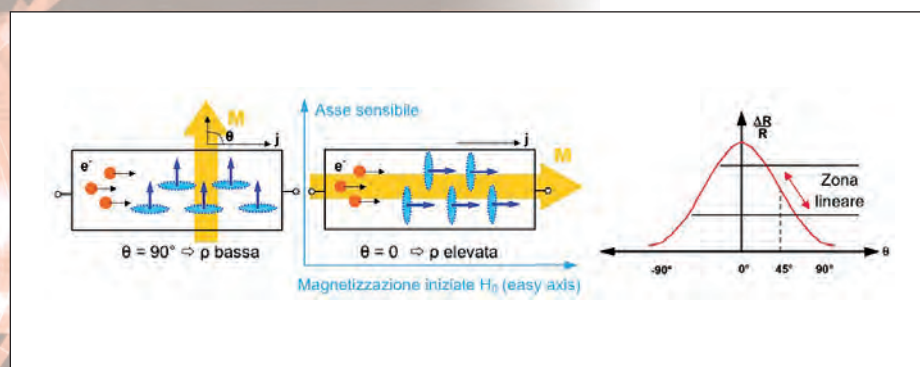



Figura 1: modello fisico atomico che spiega la variazione di resistenza R in funzione dell'angolo θ tra il flusso di corrente e la magnetizzazione M dei domini del materiale.

no e la nuvola elettronica presente attorno a ogni atomo del reticolo policristallino: una rotazione della magnetizzazione influenza la quantità di urti che gli elettroni di conduzione subiscono contro la nuvola elettronica deformata, variando così la resistenza vista ai morsetti **(figura 1)**.
L'asse di sensibilità risulta quindi perpendicolare all'easy axis. In condizioni di assenza di campi esterni, la corrente scorre parallelamente all'easy axis. Applicando un campo esterno perpendicolarmente a tale asse si ottiene una rotazione del vettore magnetizzazione M che quindi forma un angolo θ rispetto al flusso di corrente j provocando una riduzione della resistenza.
Una complessa modellizzazione dei meccanismi fisici microscopici alla base di questo fenomeno fornisce il legame tra l'intensità del campo esterno applicato H e l'angolo θ e corrispondentemente con la resistenza R che risulta $R = R_0 + \Delta R \times [1 - (H/H_0)^2]$.
La tecnica più comunemente utilizzata per linearizzare tale caratteristica fortemente non lineare è la realizzazione della struttura chiamata Barber Pole. Si tratta di traslare la caratteristica attorno a un punto di lavoro più lineare, ovvero attorno a un angolo θ di 45°. Per ottenere questa condizione si fa in modo che la traiettoria preferenziale della corrente sia inclinata di 45°, tramite l'inserimento di strisce di materiale molto conduttivo (oro o alluminio) deposte trasversalmente al percorso della corrente **(figura 2)**.

Figura 2: linearizzazione della caratteristica resistenza/campo tramite Barber Pole.

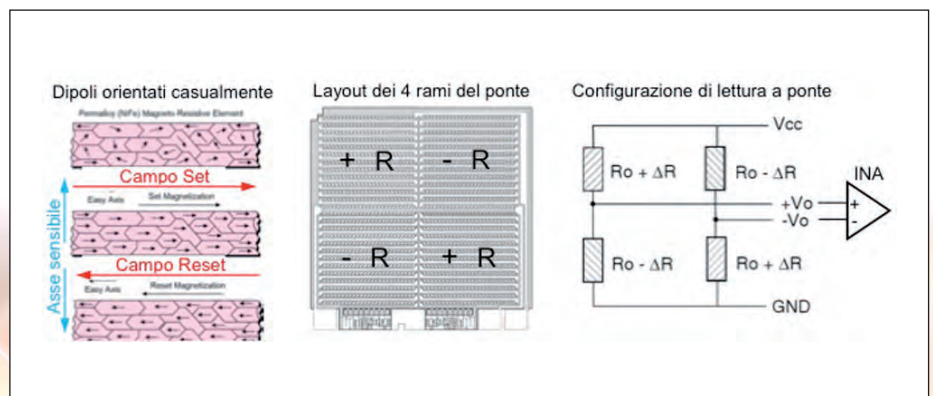



Figura 3: lettura del segnale tramite ponte bilanciato grazie all'alternanza del verso dell'asse di sensibilità tramite impulsi di set/reset.

CIRCUITI DI CONDIZIONAMENTO

La risposta del sensore ha una natura bistabile e può commutare tra due stati a seconda del verso della magnetizzazione impressa. Vi è quindi il rischio che un intenso campo esterno di verso opposto a quello della magnetizzazione originale possa ribaltare la caratteristica in modo incontrollato. Si rende così necessario riorientare periodicamente i dipoli lungo un verso noto, applicando un impulso di corrente elevata a una spira realizzata appositamente che genera un forte campo locale di riallineamento (set/reset).
Questa operazione, apparentemente scomoda, costituisce un'interessante risorsa per implementare una modulazione del segnale, traslandolo in frequenza per migliorare il rapporto segnale/rumore tramite filtraggio di tipo lock-in.
Come per la maggior parte dei trasduttori resistivi, anche il segnale dei magnetoresistivi viene letto tramite la configurazione a ponte, in questo caso perfettamente bilanciato. Infatti, avendo a disposizione un elemento sensibile la cui caratteristica ha simmetria dispari, cioè dato un certo campo esterno, un braccio aumenta di ΔR e l'altro si riduce di ΔR; è allora possibile fare in modo che lo sbilanciamento dei due rami sia uguale in modulo e di verso opposto. Così, alternando gli orientamenti dei quattro bracci del ponte e leggendo il segnale in modo differenziale con un INA **(figura 3)**, oltre a elidere i termini costanti e ridurre le derive termiche, si ottiene una sensibilità maggiore.
Assieme al ponte vengono integrate sullo stesso chip le spire di metallo per la generazione degli impulsi si riallineamento, chiamati di set o reset a seconda del verso. Il segno della caratteristica viene quindi controllato dal senso di scorrimento della corrente all'interno di tale induttanza. Inoltre viene anche realizzato un ulteriore solenoide, detto offset strap, che permette di generare un campo di compensazione parallelo all'asse di sensibilità **(figura 4)**.
Questo fornisce all'utente la possibilità di correggere la misura direttamente nel dominio dei campi magnetici, cioè a monte di tutta la catena di lettura, sommando algebricamente al misurando un campo creato ad hoc. Anche in questo caso l'intensità del campo di offset è controllata dall'intensità della corrente iniettata nel-

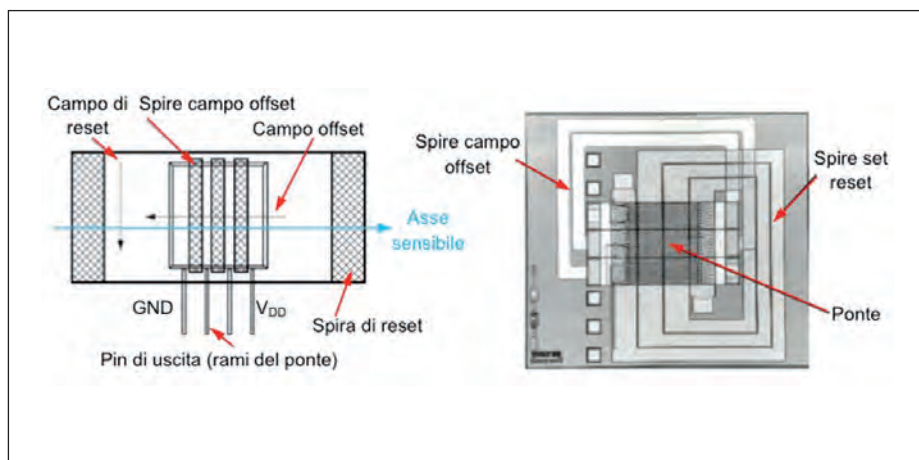



Figura 4: struttura dei dispositivi in cui è possibile generare un campo di offset.

l'apposita spira. Si è così in grado di estendere eccezionalmente il range dinamico di lettura potendo cancellare in maniera attiva eventuali campi interferenti costanti.
Inoltre è possibile operare ad anello chiuso, pilotando tale spira con un segnale proporzionale all'uscita del ponte, tramite un anello di retroazione negativa che ne migliora significativamente la stabilità termica.

PRESTAZIONI

La fabbricazione dei sensori magnetoresistivi è leggermente più complessa di altri approcci maggiormente compatibili con la tecnologia microelettronica (ad esempio basati sull'effetto Hall), in quanto richiede il processo di deposizione del Permalloy.
I sensori magnetoresistivi risultano però molto robusti rispetto alle condizioni ambientali e offrono prestazioni eccellenti in termini di sensibilità (decine di mV/G), banda passante (fino a una decina di MHz), risoluzione (decine di μG) e bassa dissipazione di potenza. Il produttore leader in questo campo (che ha superato Philips) è Honeywell il quale, oltre ai singoli sensori (monoassiali HMC1001 e biassiali HMC1002), offre anche integrati e moduli completi di condizionamento ed elaborazione dei segnali (HMC6352) con uscite digitali seriali **(figura 5)** facilmente interfacciabili con i microcontrollori.

APPLICAZIONI

L'applicazione della magnetoresistenza (in particolare della Giant Magneto-Resistance) di maggiore impatto industriale è certamente nella produzione di hard disk.

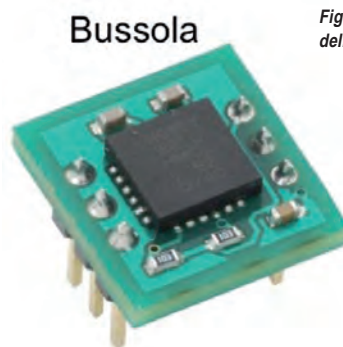



Figura 5: sensori rappresentativi della vasta gamma Honeywell.

Figura 6: accelerometri e magnetometri triassiali accoppiati nel dispositivo LSM303DLHC di STMicroelectronics.

PER *approfondire...*

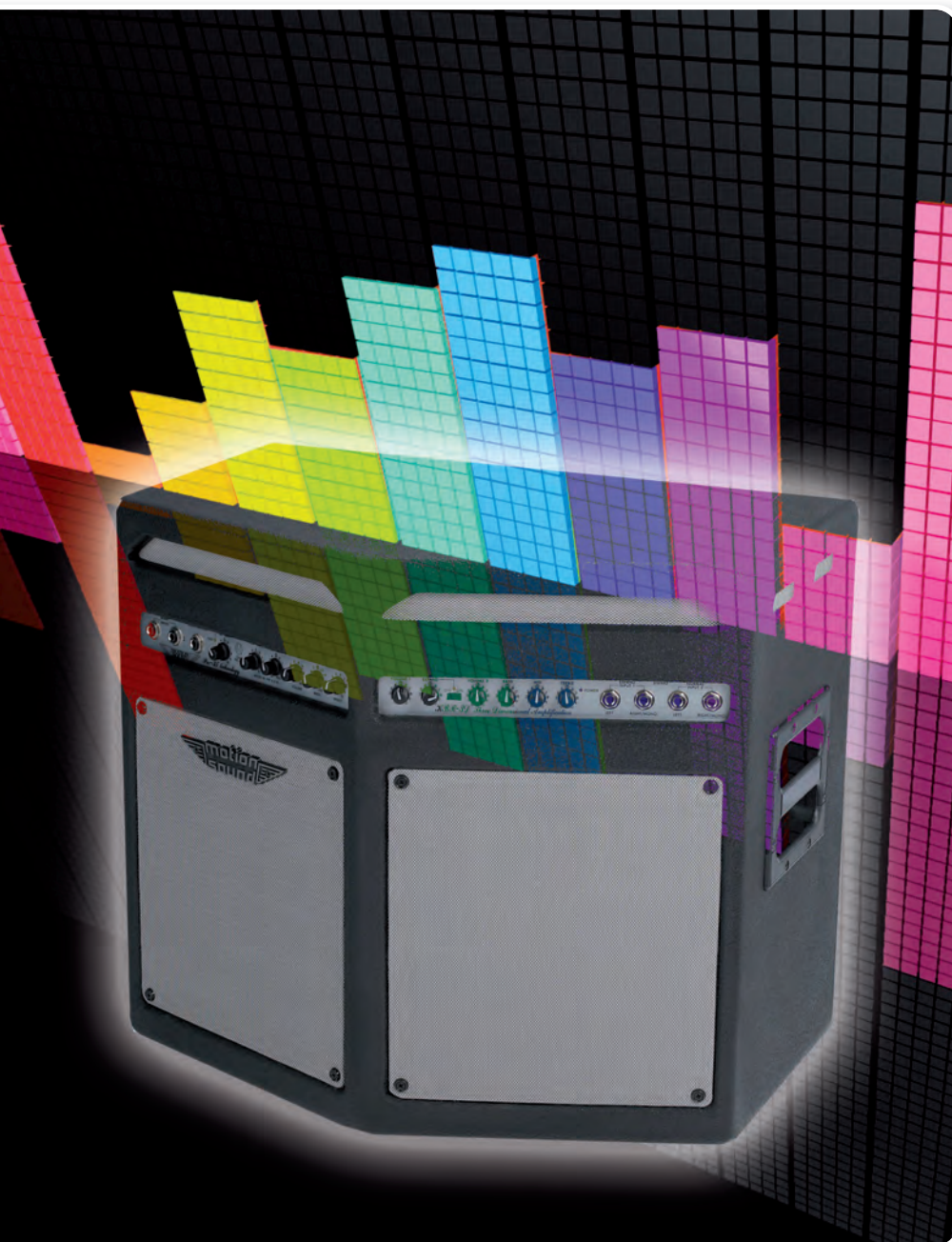
- www.magneticsensors.com
- M.J. Caruso, "Application of Magnetoresistive Sensors in Navigation Systems" (www.ssec.honeywell.com/position-sensors/datasheets/sae.pdf).
- T. Stork, "Electronic Compass Design using KMZ51 and KMZ52", Philips Application Note AN00022.
- "Handling Sensor Bridge Offset", Honeywell Application Note AN212.
- "Set/Reset Function for Magnetic Sensors", Honeywell Application Note AN213.

Un'applicazione più interessante dal punto di vista del progettista di sistemi elettronici e dell'hobbista è però la realizzazione di una bussola. Bussole elettroniche per l'orientamento personale (inserite ad esempio nei GPS da escursionismo) e per la navigazione di veicoli e robot stanno trovando sempre maggior diffusione, in particolare nei dispositivi consumer palmari come gli smart phone.
Il successo del geo-orientamento portatile (accoppiato con la geo-navigazione GPS) è tale che STMicroelectronics ha introdotto sul mercato un singolo chip miniaturizzato contente un accelerometro MEMS triassiale (descritto il mese scorso) affiancato da un magnetometro triassiale basato sulla tecnologia magnetoresistiva di Honeywell **(figura 6)**, in competizione a colpi di microampère risparmiati, ad esempio con Freescale, che sfrutta un principio differente.
Per determinare (tramite rapporti trigonometrici) la direzione del campo magnetico terrestre (di intensità circa 0,5 G) è sufficiente un sensore biassale allineato al piano dell'orizzonte. Per compensare l'eventuale inclinazione della bussola una misura triassiale è però necessaria. Altre applicazioni in àmbito industriale, per campi deboli, comprendono il conteggio e la rilevazione della presenza di oggetti ferrosi o equipaggiati con magneti permanenti. ❑

CODICE MIP 2823838

di GIOVANNI DI MARIA

SUONI ad alto livello con PIC

Corso mikroBASIC *(parte quinta)*

In questa puntata impareremo a generare suoni con il PIC con un grado di accuratezza e di affidabilità molto elevato. Utilizzeremo sia le funzioni di libreria fornite dal compilatore sia procedure create ad hoc dal programmatore

Già nel precedente corso base sulla programmazione del microcontrollore PIC pubblicato su "Fare elettronica" si è parlato in modo approfondito della generazione dei suoni. È inutile quindi, in questa sede, ribadire gli stessi concetti. Per qualsiasi chiarimento sulle caratteristiche e le grandezze del suono si faccia riferimento al precedente corso, dello stesso autore.

PRODUZIONE DI UN SUONO

Se si sottopone un corpo a una opportuna oscillazione, anche molto ridotta, esso produce un suono udibile. Il corpo in questione potrebbe essere rappresentato da un altoparlante o da altro dispositivo equivalente. La sua oscillazione potrebbe essere in questo modo garantita da una pulsazione elettrica. Nel nostro caso, gli impulsi sono generati opportunamente da un microcontrollore PIC.
In generale dunque, un microcontrollore è capace di produrre suoni se esistono due condizioni:

- se ad una porta di uscita è collegato un dispositivo di riproduzione sonora (es. altoparlante o amplificatore);

• se tale porta di I/O è sottoposta a una variazione continua e veloce di impulsi elettrici, tali da far vibrare il dispositivo a essa collegato.

Salvo diversa indicazione, lo schema elettrico da utilizzare è quello proposto nella **figura 1**, nella quale il dispositivo sonoro è collegato direttamente alla porta RB0 del micro. È utile, ma non indispensabile, collegare una resistenza da 47 ohm oppure un condensatore da 10 uF tra la porta RB0 è l'altoparlante, con funzione di separatore.

PRIMA ESPERIENZA: GENERIAMO UN'ONDA QUADRA

La generazione di un'onda quadra è senza dubbio la più semplice in assoluto. Essa infatti rispecchia fedelmente la filosofia digitale del segnale, dato che gli impulsi sono prodotti da una rapida inversione di fronte (ON-OFF).

Se l'onda quadra in questione ha una frequenza opportuna ed è inoltrata al dispositivo esterno di riproduzione sonora, un suono sarà certamente udito .

Metodo manuale

Il metodo manuale, realizzabile peraltro con qualsiasi tipologia di microcontrollore, consiste nella generazione di un treno di impulsi opportunamente cadenzato. Si tratta, in pratica, di produrre una sequenza di segnali ON-OFF, alternando un livello logico alto con un livello logico basso, il tutto a una frequenza udibile.

Per il calcolo delle frequenze e delle durate occorre utilizzare alcune semplici formule, tenendo conto che intervengono due diverse grandezze, molto importanti:

• la frequenza;

• la durata del periodo.

La frequenza è il numero di oscillazioni (variazioni di pressione) in un secondo e viene misurata in cicli al secondo, ossia in Hertz (Hz). Per essere udibile dall'uomo, essa deve essere compresa tra 20 e 16.000 Hz circa.

Il periodo invece rappresenta il lasso di tempo necessario affinché un'onda compia un ciclo completo.

Le due grandezze sono reciproche e inverse. Per calcolare il periodo si utilizza la formula T = 1 / F, mentre per il calcolo della frequenza si usa la formula F = 1 / T.

Per esempio, in una frequenza di 600 Hz, un periodo completo dura 0,0016 secondi, ossia 1,6 millisecondi.

Siamo dunque pronti a generare un suono di 1.000 Hz (1 Khz) per 5 secondi.

Un'onda quadra di 1.000 Hz (ossia di 1.000 cicli al secondo) è caratterizzato da un periodo completo di 1 ms, ossia un intero ciclo dura 1 ms. (T = 1 / 1.000). In un periodo completo, per la determinazione della vibrazione, devono esistere due semiperiodi: il primo, di livello logico alto

Figura 1: schema di principio.

LISTATO 1

```
rem              LISTATO 1
rem
rem        Generazione di un SUONO
rem              di 1000 Herz
rem        della durata di 5 secondi
program suono01
dim k as word        'Indice del ciclo
dim cicli as word  'Durata in tick
main:
trisb=0   'Definisce la PORTB in uscita
          'anche se a noi serve solo il PIN RB0
portb=0   'Azzera la PORTB
cicli = 1000 * 5  'Ripetizione che assicura 5 secondi
for k=1 to cicli
    portb.0=1     ' Bit ALTO
    delay_us(500)
    portb.0=0     ' Bit BASSO
    delay_us(500)
next k
end.
```

LISTATO 2

```
rem Listato 2
rem Generazione di una
rem onda sinusoidale
rem con Resistori pesati

program dac

const campione as byte[20]=(130,169,205,233,251,255,
251,233,205,169,130,89,53,24,6,0,6,24,53,89)

main:

dim k as byte

portc=0   'Azzera portb
trisc=0   'definisce PORTC in output

while true            'Ciclo infinito
   for k=0 to 19
       portc=campione[k] 'Legge e riproduce i campioni
       delay_us(100)       'Attesa 0,1 millisecondi
   next k
wend
end.
```

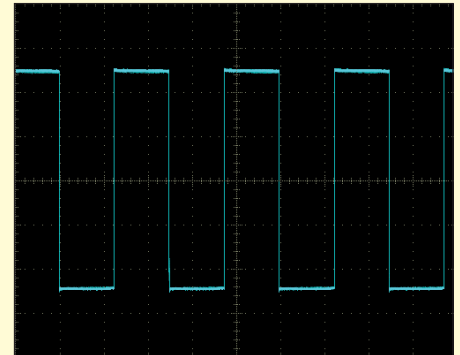



Figura 2: onda quadra prodotta dal microcontrollore.

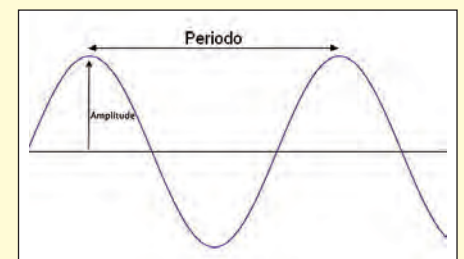
Figura 3: relazione tra frequenza e periodo.

(5 volt), che corrisponde a una durata di 0,5 ms (500 microsecondi), e il secondo, di livello logico basso (0 volt), anch'esso della durata di 0,5 ms.
Tale periodo corrisponde a un ciclo di lavoro. Per ottenere una nota occorre ripeterlo tante volte nell'arco di tempo. Pertanto, se il ciclo, in questo caso, dura solamente 1 millisecondo, occorre ripeterlo per 5.000 volte per ottenere un suono della durata di 5 secondi. Infatti 1 ms x 5.000 volte = 5.000 ms (5 secondi). Tale suono possiede un duty cycle del 50%.

Figura 4: onda quadra di 1.000 Herz.

Con le funzioni del mikroBasic

Creando da sé le funzioni per la produzione di suoni, si ha il vantaggio del pieno controllo sulla durata, sul duty cycle e su tutti i parametri correlati, nonché della esigua memoria RAM occupata dal codice. Il piccolo prezzo da pagare è soltanto una complessità leggermente superiore nei calcoli matematici da effettuare.
L'ambiente di sviluppo del mikroBasic mette a disposizione alcune funzioni atte alla gestione e alla produzione del suono. Suono che naturalmente è frutto di semplice commutazione ON/OFF della porta di uscita e non pretende di avere una forma d'onda complessa.
Anche in questo caso, la generazione del suono necessita di hardware aggiuntivo, come un piccolo altoparlante o

Figura 5: generatore di suono a resistori pesati.

speaker piezo, ed eventualmente un condensatore di disaccoppiamento all'uscita.
Le funzioni previste dal mikroBasic sono le seguenti:

- Sound_Init;
- Sound_Play.

La prima serve per configurare il microcontrollore alla generazione del suono, mentre la seconda serve per generare un'onda quadra su un pin stabilito, con estrema semplicità.
Naturalmente queste funzioni possono essere utilizzate anche per altri scopi, oltre alla generazione sonora, come ad esempio quella di creare un segnale PWM al 50% di duty cycle per uno specifico periodo di tempo.
Esaminiamo adesso la sintassi delle due funzioni appena viste.

```
sub procedure Sound_Init(dim byref
snd_port as byte, dim snd_pin as
byte)
```

Come si vede, la prima funzione accetta come parametri la porta di uscita e il relativo pin. Se si vuol configurare, ad esempio, la porta RC3 basta invocare la funzione:

```
Sound_Init(PORTC, 3)
```

La seconda funzione è di una semplicità disarmante.
Accetta due parametri: la frequenza, espressa in Herz, e la durata, espressa in millisecondi. La sintassi di utilizzo è la seguente:

```
sub procedure Sound_Play(dim
freq_in_Hz as word, dim dura-
tion_ms as word)
```

Per generare un suono di 1.000 Herz di 2 secondi, basta invocare la seguente funzione:

```
Sound_Play(1000, 2000)
```

Tali funzioni sono utili in molte occasioni: per generare toni o suoni di avviso, di comunicazione, di errore o addirittura per riprodurre una semplice melodia.
Lo schema elettrico è quello pubblicato in figura, per il quale si deve prevedere una configurazione software appropriata.

DISEGNIAMO LE NOSTRE FORME D'ONDA

Le metodologia appena trattata fornisce un risultato semplice, immediato ma scadente dal punto di vista qualitativo. Se si vuole ottenere qualcosa di più consistente occorre ricorrere a soluzioni e as-

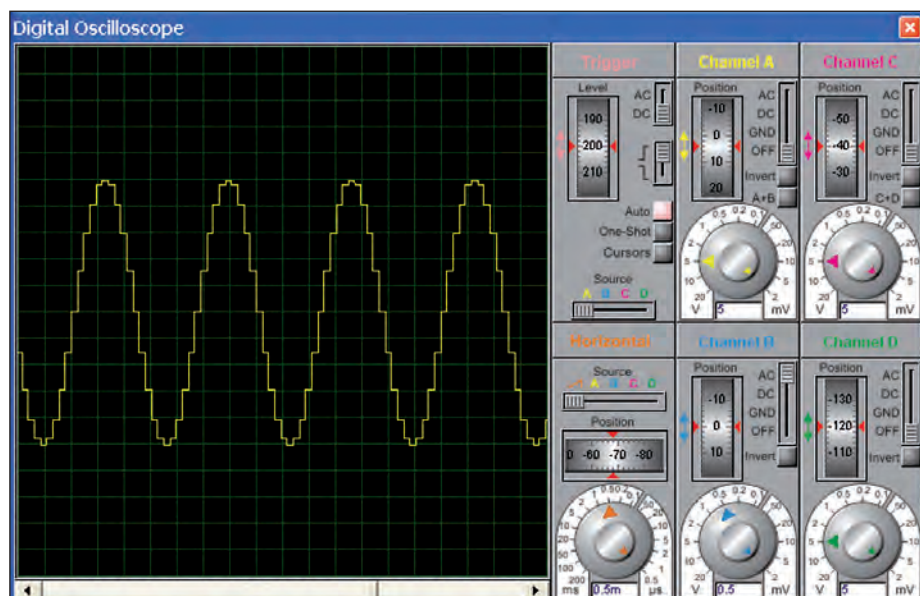



Figura 6: onda sinusoidale generata con i resistori pesati.

TABELLA 1

I punti operativi dell'onda sinusoidale.

TEMPO	TENSIONE ANALOGICA	TENSIONE DIGITALE
0 ms.	2,500 volt	130
1 ms	3,271 volt	169
2 ms	3,967 volt	205
3 ms	4,520 volt	233
4 ms	4,874 volt	251
5 ms	4,997 volt	255
6 ms	4,874 volt	251
7 ms	4,520 volt	233
8 ms	3,967 volt	205
9 ms	3,272 volt	169
10 ms	2,500 volt	130
11 ms	1,729 volt	89
12 ms	1,033 volt	53
13 ms	0,480 volt	24
14 ms	0,126 volt	6
15 ms	0,003 volt	0
16 ms	0,126 volt	6
17 ms	0,480 volt	24
18 ms	1,033 volt	53
19 ms	1,728 volt	89

semblaggi un poco più complessi. Esistono diverse metodologie che andremo, a grandi linee, a esaminare.

Metodo con DAC con resistori pesati

Per poter generare i punti operativi di un'onda periodica, si devono riprodurre le tensioni analogiche che la caratterizzano. Il microcontrollore deve quindi generare tensioni sequenziali e molto veloci. Si tratta di una tecnica che consente di convertire una grandezza digitale in una analogica.
Il circuito è composto da una rete di resistori collegati ad alcune porte digitali. La risoluzione del risultato dipende dal numero di resistenze presenti. Il valore di ogni resistenza deve essere doppio della precedente, in modo da realizzare tante combinazioni univoche. Se all'ingresso della rete, in corrispondenza dei vari nodi, si applica una serie di diversi valori digitali (0 V – 5 V), sarà possibile ottenere una tensione analogica variabile.
Guardando lo schema elettrico in **figura 5**, è possibile notare tante particolarità. I resistori, opportunamente pesati, consentono di ottenere un qualsiasi valore analogico, nei limiti della risoluzione im-

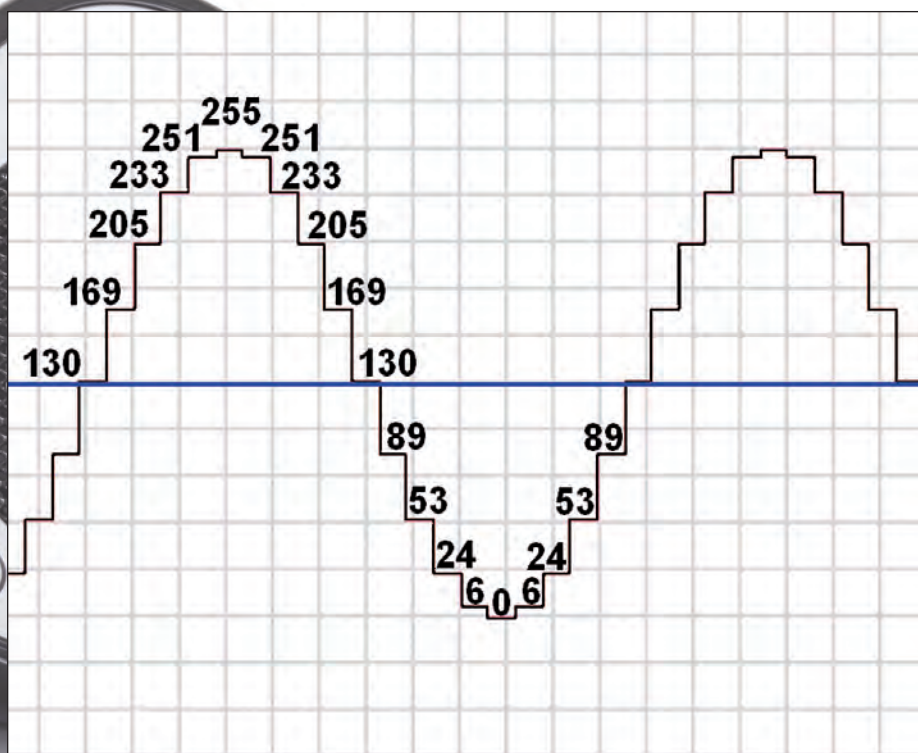



Figura 7: valori digitali di tensione (0 V = 0, 5 V = 255) dell'onda sinusoidale.

Figura 8: generatore di suono a PWM.

LISTATO 3

```
rem Listato 3
rem Generazione di una
rem onda sinusoidale
rem con PWM

program dac

const campione as byte[36] = (127, 149, 171, 191, 209,
225, 237, 247, 253, 255, 253, 247, 237, 225, 209, 191,
171, 149, 127, 105, 83, 63, 45, 29, 17, 7, 1, 0, 1, 7, 17,
29, 45, 63, 83, 105)

main:

dim k as byte

trisc=0   'definisce PORTC in output
portc=0   'Azzera portc
PWM1_Init(50000)

while true            'Ciclo infinito
   for k=0 to 35
       PWM1_Set_Duty(campione[k])
       PWM1_Start()
       delay_us(100)
       PWM1_Stop()
   next k
wend

end.
```

posta dallo stesso circuito. L'intera PORT-C è occupata. Il carico è rappresentato da una resistenza da 256 kohm. Per non falsare l'uscita è necessario collegare la stessa a un operazionale separatore, caratterizzato da un'alta impedenza d'ingresso.
Con questo metodo è possibile generare praticamente qualsiasi forma d'onda, tenendo anche conto che, maggiore è il numero di resistenze, maggiore è la risoluzione ottenuta.

Metodo con PWM

Un altro metodo, molto interessante, è quello che prevede l'utilizzo di un segnale PWM variabile, per la generazione delle tensioni nei punti di lavoro. Occorre tuttavia utilizzare un microcontrollore potente, munito di clock veloce, pena la riduzione del lavoro alle frequenze più basse.
Per produrre il PWM è necessario altresì adottare MCU dotate di generatore hardware di PWM, come quello da noi utilizzato per le nostre prove. Si riconoscono i terminali grazie alla loro funzione svolta (CCP1, CCP2 ecc.). Per il modello PIC 16F887 si utilizzerà l'uscita PWM CCP1 localizzata sul piedino RC2, come da schema in figura.

L'idea è la stessa della precedente esperienza: occorre "disegnare" la forma d'onda, producendo il numero più alto possibile di campioni analogici (tensione ai punti), partendo da un treno di impulsi modulabile in percentuale (duty cycle). Come si vede dallo schema, in prossimità del segnale di uscita è presente un filtro RC che nasconde la componente impulsiva e mostra solo un segnale continuo. Tale filtro dovrà essere attentamente calcolato e valutato a seconda dell'intervallo di frequenze da produrre e utilizzare, quindi all'intera costante di tempo del filtro.
Per modificare la frequenza del segnale generato basta cambiare opportunamente la pausa d'attesa nel ciclo infinito di riproduzione.
Ricordiamo che in mikroBasic la percen-

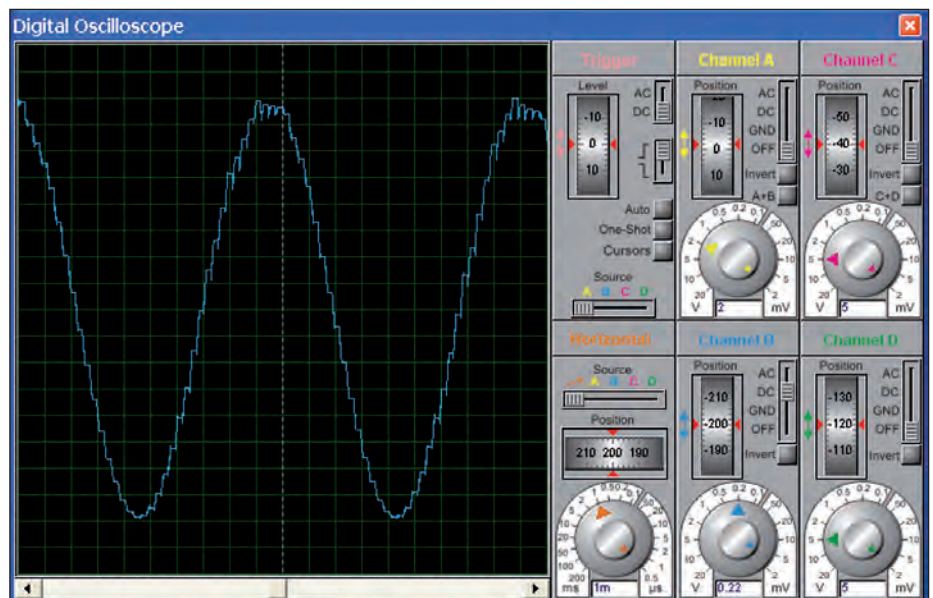



Figura 9: onda sinusoidale generata con il PWM, formata da 36 campioni.

LISTATO 4

```
rem Listato 4
rem Regolazione del
rem VOLUME di USCITA
rem tramite PWM

program volume

main:

dim k as byte

trisc=%1110000    'Ultime tre porte in input
portc=0

PWM1_Init(1000)
PWM1_Set_Duty(13)   'Duty iniziale al 5%
PWM1_Start()

while true            'Ciclo infinito
   if portc.7=1 then
      PWM1_Set_Duty(13)   'Duty al 5%
   end if
   if portc.6=1 then
      PWM1_Set_Duty(64)   'Duty al 25%
   end if
   if portc.5=1 then
      PWM1_Set_Duty(127)  'Duty al 50%
   end if
wend
```

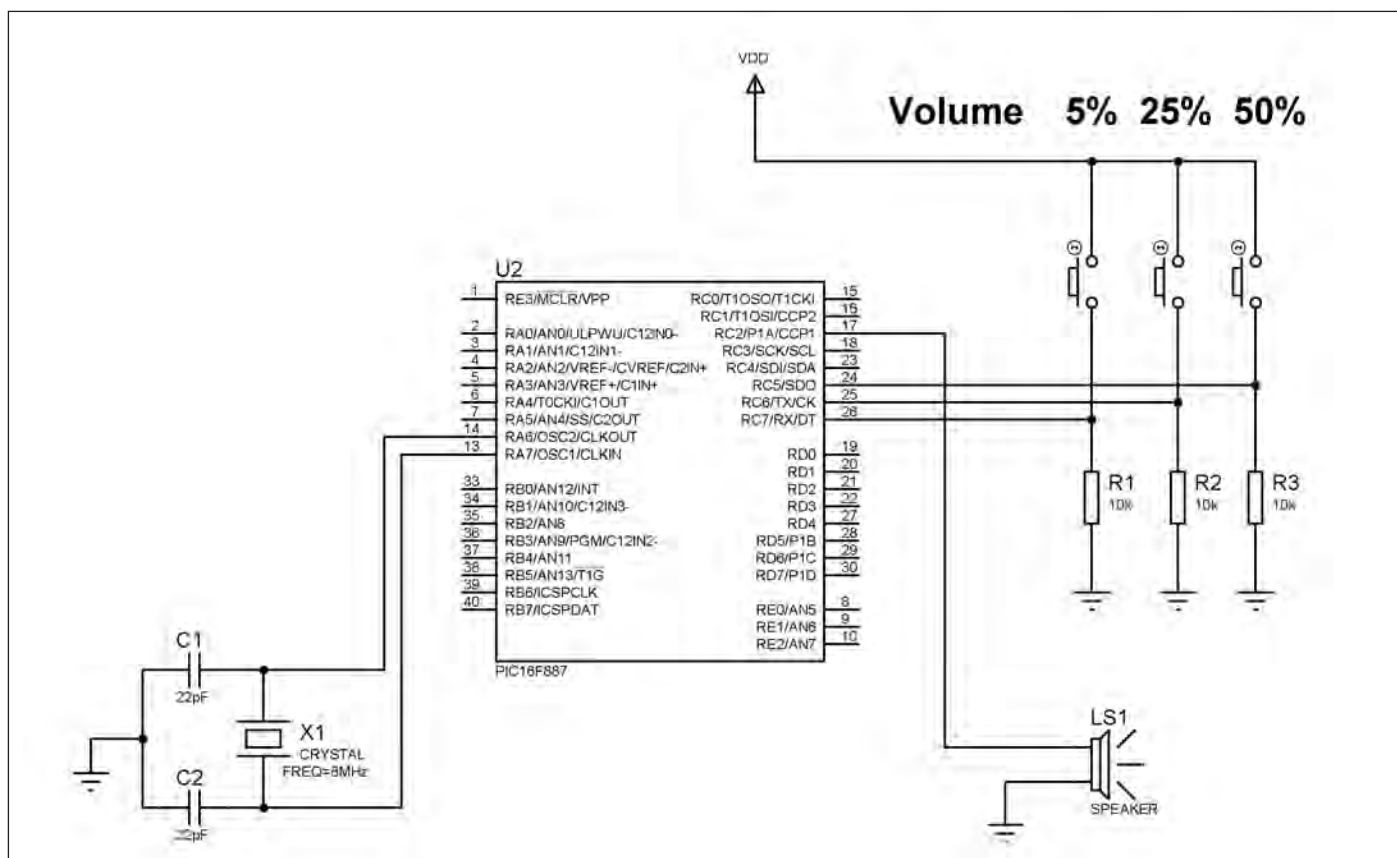



Figura 10: schema elettrico del variatore digitale di volume.

tuale del duty cycle (0% - 100%) si imposta con un valore compreso tra 0 e 255.
È importante considerare la generazione di una frequenza molto alta del PWM, molto più alta della frequenza da udire.

VARIAZIONE DI VOLUME CON PWM

In chiusura di questo articolo proponiamo una soluzione interessante per la variazione del volume di riproduzione di un suono. Esso non si basa sull'utilizzo di potenziometri o di altri componenti meccanici, ma realizza il suo scopo agendo direttamente sul firmware della MCU.

Questa funzione, molto importante nei sistemi sonori basati su MCU, è realizzabile tramite segnale PWM.
È sufficiente infatti variare l'ampiezza dell'onda attiva (ON), lasciando inalterata la frequenza del segnale, per causare una modifica nel volume di uscita, sull'altoparlante.
L'esempio mostrato genera un suono di 1.000 Hz, caratterizzato da tre volumi differenti (5%, 25% e 50%) a seconda del pulsante premuto, fra i tre disponibili allo scopo. ❑

CODICE MIP 2823842

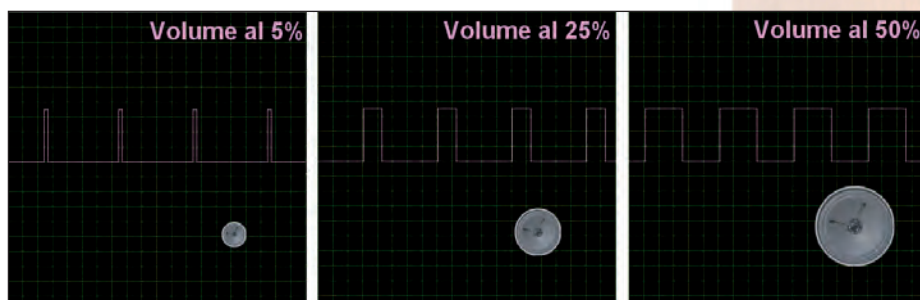



Figura 11: il PWM dei vari volumi d'audio.

PILOTARE *i display a segmenti*

La gestione dei visualizzatori si presta a considerazioni di diversa natura, in funzione delle scelte attuabili in fase di progetto: con semplici accorgimenti è possibile memorizzare localmente l'informazione proposta su ogni singolo digit

Nelle puntate precedenti ci siamo occupati delle periferiche d'uscita per un dato a 8 bit, in particolare di quelle adatte a esprimere l'informazione, cioè costituite da una batteria di 8 LED e/o da un digit a sette segmenti, nelle sue due forme funzionali alternative a catodo e ad anodo comune; abbiamo concluso che qualunque dispositivo programmabile (microcontrollore o personal computer) dispone intrinsecamente di almeno una porta in grado di assicurare questo servizio, sottolineando che il collegamento diretto sulle linee d'uscita può presentare criticità legate alle loro caratteristiche elettriche, tipicamente compatibili con le specifiche TTL.

Può dunque essere ragionevole rinforzare la corrente disponibile con la presenza di un'interfaccia specifica, per esempio con l'utilizzo dei buffer di corrente non invertenti 74LS244.

Resta il fatto che, per ogni digit, è necessario "sprecare" una porta d'uscita e, spesso, la cosa non è né conveniente né possibile; per questo vale la pena prendere in considerazione l'impiego di memorie esterne a 8 bit, come la batteria di 8 flip-flop D-Type in parallelo, disponibili nel 74LS374; questo dispositivo offre il duplice vantaggio di mantenere localmente copia della parola appena trasferita dalla porta del controllore e di garantire intrinsecamente la bufferizzazione delle sue linee d'uscita, di tipo 3-state e del tutto simili a quelle del 74LS244; la **figura 1** ricorda lo schema funzionale e le rispettive tabelle di verità di entrambi questi operatori logici.

La **figura 2a** mostra lo schema necessario per un digit FND500 (a catodo comune); valutiamone i dettagli funzionali:

a) l'utilizzo della porta PortA del single-chip (ovviamente programmata in uscita) è dedicato al servizio dell'unità di visualizzazione solo per il brevissimo intervallo di tempo necessario per mantenere stabile la sua informazione in ingresso agli 8 Flip-Flops D-Type del 74LS374, in attesa dell'evoluzione del sincronismo (Clock, attivo sul fronte di salita);

b) per poter fruire di questo controllo è necessario disporre anche della linea d'uscita di una seconda porta (per esempio una delle 8 della PortB) da collegare direttamente sul pin 11 (CK) della memoria esterna; la dinamica di controllo obbliga il programma a forzare su di essa il valore logico 1, mantenendolo stabile per tutto il tempo necessario per operare la scrittura del dato (attivata subito dopo, con un OUT verso gli 8 bit della PortA), per poi riportato subito basso, fino alla prossima richiesta di memorizzazione.

Questa sequenza di eventi può indurre a pensare che la porta PortA del controllore possa essere "libera", non appena la parola è stata trasferita e memorizzata sul 74LS374, cioè possa riutilizzare le sue linee per scrivere informazioni su altre periferiche d'uscita per il 99,99% del suo tempo; in effetti, ogni eventuale dato posto in uscita durante questo tempo è certamente irrilevante nei confronti dell'informazione offerta sul digit, il cui simbolo non verrebbe in alcun modo influenzato.

Ma non è così: il dato a 8 bit, disposto per ogni ulteriore servizio del digit, anche se mantenuto per poche decine di nanosecondi, andrebbe sfortunatamente a inquinare anche lo stato dell'altro utilizzatore. Va dunque detto con chiarezza che, per la

INPUTS		OUTPUT
$\overline{1G}$,$\overline{2G}$	1A,2A	1Y, 2Y
0	1	1
0	0	0
1	X	Hi-Z

INPUTS			OUTPUT	
$\overline{OE}$	CLK	D	Q	MODO
1	X	X	Hi-Z	Alta Impedenza
0	↑	1	1	SET
0	↑	0	0	RESET
0	0,1,↓	X	Q'	Memoria

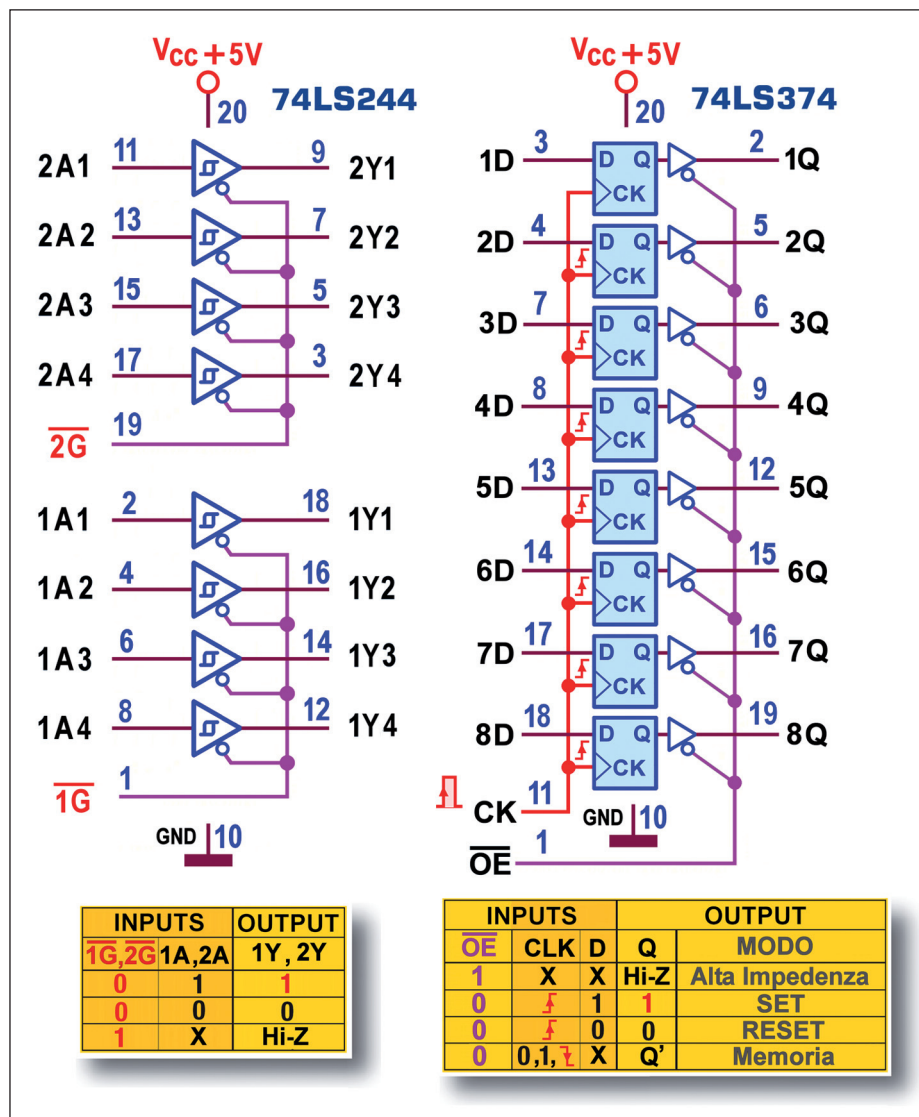



Figura 1: 74LS244 (3-State Octal Buffers/Line Drivers) e 74LS374 (3-State Octal D-Type Flip-Flops): Schema funzionale e Tabella di Verità.

gestione di un singolo digit, la presenza del 74LS374 è decisamente ridondante essendo il suo servizio un doppione di quello assicurato dalla porta del microcontrollore alla quale è collegato (comunque, a sua volta, "intrinsecamente memoria"); essa può essere rivalutata e resa accettabile solo per il fatto di offrire contemporaneamente uscite bufferizzate con caratteristiche identiche a quelle assicurate dal citato 74LS244.

Lo schema di **figura 2** rimane comunque interessante come base di partenza per una struttura chiamata a gestire localmente la visualizzazione su più digit, da 2 in su; da notare che la logica di gestione di questo progetto permette il controllo separato di ogni singolo LED del digit (segmenti e punto decimale) assicurando la visualizzazione di qualunque simbolo, non solo numerico o letterale, e consentendo perfino di tenere spento il digit.

Nello schema le uscite del 74LS374 alimentano gli 8 LED del digit tramite altrettanti resistori da 100 ohm: sappiamo da tempo che questa precauzione è sostanzialmente inutile, dato che la tensione residua in uscita (al netto della caduta di tensione interna) si avvicinerà comunque a quella di un diodo LED Rosso in zona di funzionamento (circa 1,8 V); per questa ragione il resistore potrebbe anche essere omesso, pur consapevoli che in queste condizioni la singola uscita TTL sarà costretta a erogare corrente decisamente superiore a quella prevista (0,4 mA) nel suo normale funzionamento logico, anche se questo non le nuocerà più di tanto.

La **figura 2b** mostra la Tabella di Associazione Logica: il suo contenuto propone la configurazione del byte da porre sulla porta d'uscita, specificando (per ciascuno dei suoi 8 bit) sia il livello attivo sia il segmento a esso associato; questa disponibilità virtualizza la presenza del digit, offrendo ogni dettaglio utile alla creazione del

	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Data OUT	segment dp	segment g	segment f	segment e	segment d	segment c	segment b	segment a

FND500 → attivo alto → "1" = ACCESO , "0" = SPENTO

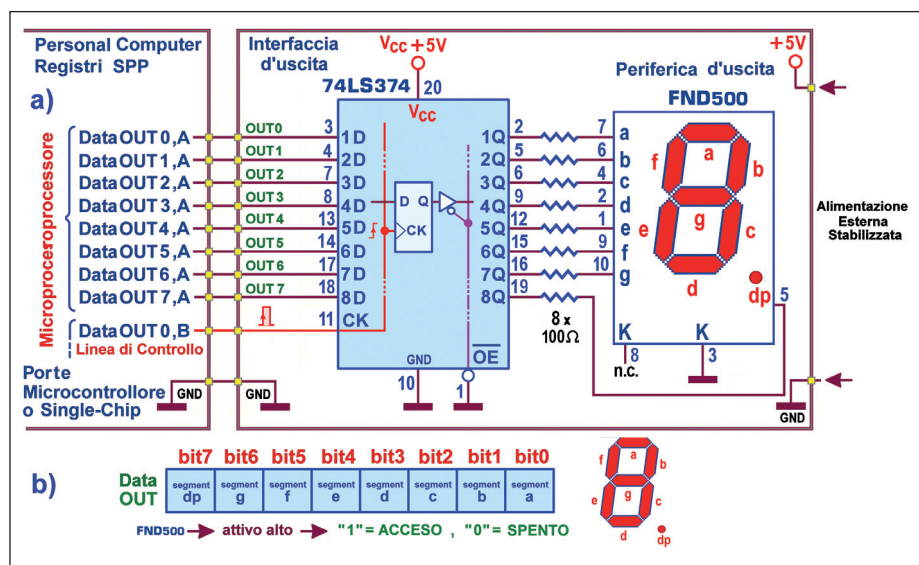



Figura 2: interfaccia di uscita 74LS374 (3-State Octal D-Type Flip-Flops) per Common Catode Display FND500.

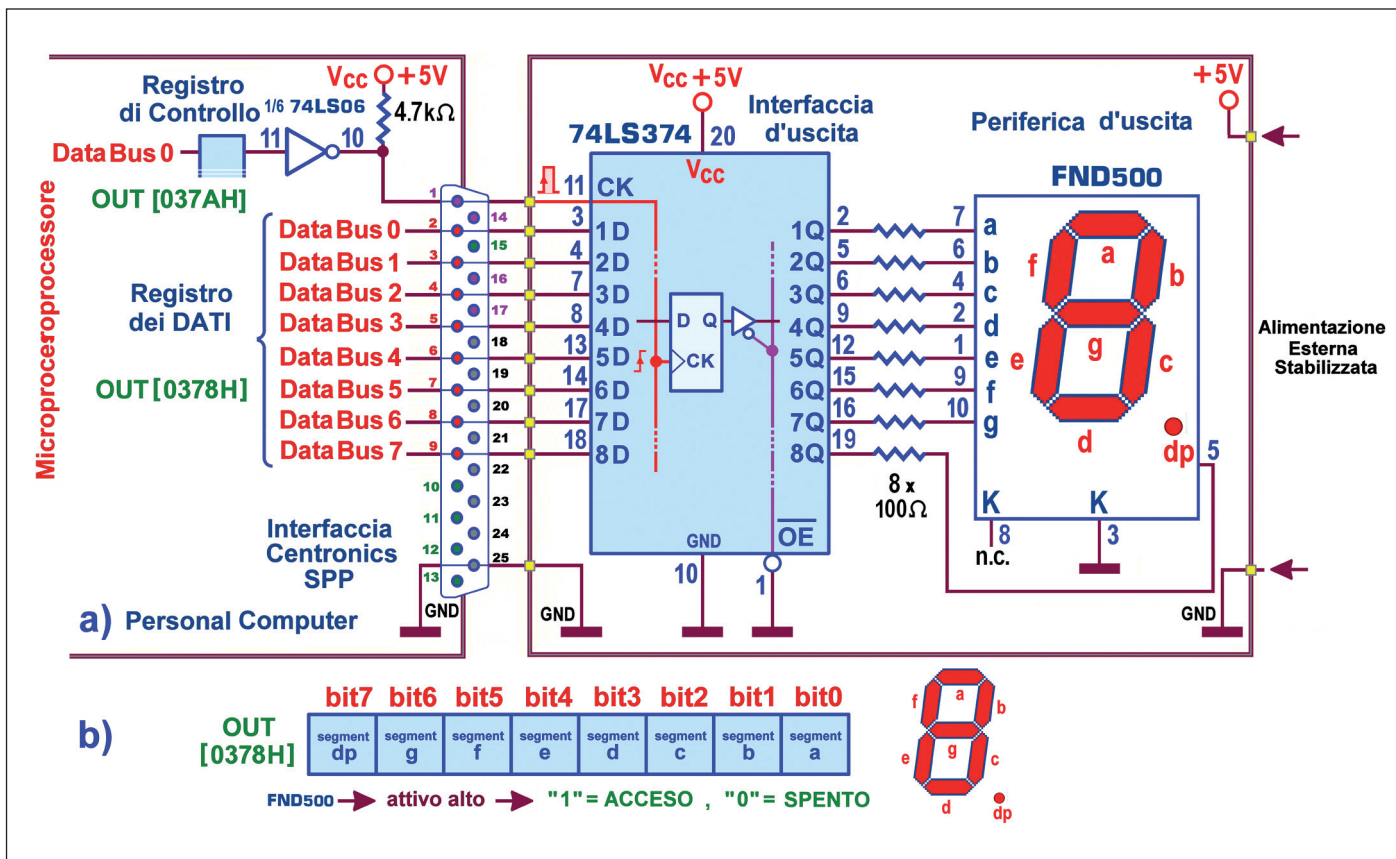



Figura 3: interfaccia di uscita 74LS374 (3-State Octal D-Type Flip-Flops) su LPT1 per Display FND500.

programma necessario per la sua gestione, cioè senza dover analizzare lo schema elettronico a esso relativo, anche se la persona chiamata a progettare il codice non è la stessa che ha progettato il circuito. La **figura 3** riadatta il progetto appena presentato affidandone la gestione al Registro d'uscita 0378H/0278H della porta parallela del PC, con riferimento allo standard SPP (Standard Parallel Port); gli ingressi della memoria esterna 74LS374 sono collegati direttamente ai corrispondenti piedini del connettore DB-25, dal pin 2 al pin 9 (indicati dai pallini rossi), mentre le sue uscite (di tipo buffer 3-state non invertente, rese sempre attive dalla presenza del segnale di abilitazione, Out Enable, (OE, attivo basso) permanentemente collegato a massa) sono collegate agli 8 LED del digit FND500.
Il progetto necessita comunque di un'alimentazione esterna: per questo è di fondamentale importanza assicurare la continuità di massa tra l'interfaccia e la logica programmabile, cosa che, in questo caso, si traduce nel collegare uno dei pin (da pin18 a pin25, indicati dai pallini grigi) al negativo dell'alimentatore; infine è necessario fornire il sincronismo di clock (sul pin11 del 74LS374), assicurato dal bit0 del Registro di controllo 037AH/027AH, disponibile sul pin1 del connettore in forma negata (e di questo dovremo ricordarci quando verrà redatto il codice di gestione).
La gestione del digit tramite porta parallela rende possibile a tutti, senza spesa, la scrittura di una semplice e breve procedura di controllo in codice assembly 80x86 (tipico dei processori di molti dei nostri PC); la **figura 4** mostra quello necessario per accende in sequenza sul digit i 16 simboli del sistema di numerazione esadecimale, da "0" a "9" e da "A" a "F"; il codice è completato dal relativo diagramma a blocchi per aiutare a comprendere il compito affidato a ciascun suo settore, dando la possibilità di adattarlo al processore di qualunque altro microcontrollore; in ogni caso le istruzioni 80x86 coinvolte sono molto comuni e utilizzano mnemonici molto intuitivi.
La magia di questi visualizzatori sta nella loro capacità di esprimere una forma simbolica riconoscibile, a partire da un'informazione binaria a 7 bit (poi portata a 8, per rendere gestibile anche l'eventuale accensione del punto decimale) applicata ai catodi dei rispettivi LED interni; combinando in tutti i modi i 7 segmenti di cui dispone è possibile "accendere" tutti i simboli numerici, quasi tutte le lettere dell'alfabeto e un considerevole pacchetto di combinazioni che possono rivelarsi molto utili per fornire particolari segnalazioni, come allarmi o segnali di attesa.
La Tabella di Associazione Logica di **figura 3b** è proprio la struttura ideale per costruire una tabella di conversione in grado di associare a ciascun simbolo la corrispondente codifica a 8 bit; in testa al codice di **figura 4** c'è quella che raccoglie le codifiche per i 16 simboli esadecimali, presi come base per la verifica del nostro progetto; da notare che, poiché si è ritenuto di non visualizzare il Decimal Point, il bit più significativo (bit7) di tutte le combinazioni è sempre disattivo.

```
TabSeg DB 00111111B  ; = 3FH = "0"
       DB 00000110B  ; = 06H = "1"
       DB 01011011B  ; = 5BH = "2"
       DB 01001111B  ; = 4FH = "3"
       DB 01100110B  ; = 66H = "4"
       DB 01101101B  ; = 6DH = "5"
       DB 01111101B  ; = 7DH = "6"
       DB 00000111B  ; = 07H = "7"
       DB 01111111B  ; = 7FH = "8"
       DB 01101111B  ; = 6FH = "9"
       DB 01110111B  ; = 77H = "A"
       DB 01111100B  ; = 7CH = "b"
       DB 01011000B  ; = 58H = "C"
       DB 01011110B  ; = 5EH = "d"
       DB 01111001B  ; = 79H = "E"
       DB 01110001B  ; = 71H = "F"

        CALL DESKTOP
        LEA  SI,TabSeg
        MOV  AL,00H
xxx00:  PUSH AX
        MOV  DX,0378H
        OUT  DX,AL
        MOV  DX,037AH
        MOV  AL,00H
        OUT  DX,AL
        MOV  AL,01H
        OUT  DX,AL
        POP  AX
        CALL Colora
xxx01:  MOV  AH,00H
        INT  16H
        AND  AL,11011111B
        CMP  AL,"Q"
        JZ   xxx02
        MOV  AL,[SI]
        INC  SI
        JMP  xxx00
xxx02:  ------ ------
```

Prepara il Desktop

Punta la tabella

Inizializza il 74LS374 per tenere spento il Digit FND500

Prepara sul Registro DATI 0378H il byte desiderato

Genera un impulso sulla linea di clock del 74LS374 con il bit0 del Registro CONTROLLO 037AH

Mostra i risultati

Aspetta la pressione di un tasto

Rende maiuscolo il codice ASCII

Vuoi terminare? Hai premuto "Q"? — SI / NO

Punta il prossimo byte della Tabella e continua il test

Figura 4: codice assembly per la gestione di un Digit FND500 con interfaccia 74LS374.

Analizziamo in dettaglio il codice sorgente assembly:

a) al solito è opportuno accontentare l'utilizzatore finale del nostro progetto offrendogli un'interfaccia grafica funzionale: di questo si occupa la procedura "DESKTOP" che, oltre a pulire lo schermo e a fornire un breve messaggio di presentazione, mostra di volta in volta il valore binario della parola erogata verso l'interfaccia 74LS374 e (tramite essa) sul digit;

b) la successiva istruzione "punta" la tabella di conversione: in parole semplici affida (LEA = Load Effective Address) al registro SI il compito di ricordare l'indirizzo della zona di memoria RAM, denominata TabSeg, ("caricata" nella zona dati del sorgente, con DB, Define Byte) con i 16 bytes contenenti le combinazioni di bit necessarie per accendere correttamente il digit FND500;

c) prima di dare inizio alla parte principale del programma, per dare senso alla fase di attesa, si predispone comunque in AL un valore iniziale, 00H, tale da tenere spento il digit: infatti i suoi segmenti si accendono solo se il bit associato a ciascuno di essi ha valore "1"; il registro AL è quello più versatile, tra quelli della CPU, e in questo caso è utilizzato come tramite per "alimentare" la porta parallela;

d) il programma si infila poi nel main loop, la sequenza di istruzioni, ripetuta ad oltranza, racchiusa tra le istruzioni in cui figura l'etichetta "xxx00": in questa fase il processore esegue i compiti principali del progetto;

e) le prime due istruzioni del loop servono per forzare il valore corrente della parola binaria (predisposta in AL) sul Registro d'uscita 0378H della porta parallela SSP: di fatto questo byte rimane stabilmente in ingresso alla memoria esterna 74LS374, ma non ancora sulle sue uscite;

f) per trasferire il dato sulle uscite degli 8 Flip-flops D-type è necessario fornire un breve fronte di salita sul loro ingresso di clock (vedi **figura 1**): questo è il compito delle 5 istruzioni successive che, coinvolgendo il bit0 del Registro di controllo 037AH della porta parallela SSP, ne forzano il valore prima a 1 e subito dopo a 0; anche in questo caso il registro tramite è l'accumulatore AL che, per il gioco delle inversioni interne, è caricato prima con 00H e poi con 01H: da notare che i 7 bit più significativi,

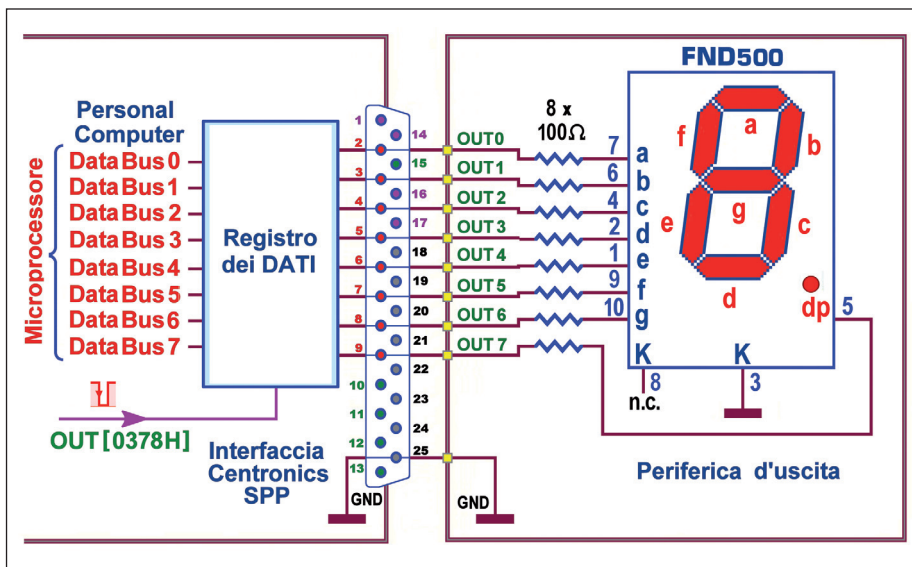



Figura 5: controllo di Common Catode Display FND500 direttamente in uscita dal Registro dati SPP, 0378H.

essendo ininfluenti, sono volutamente tenuti a 0, mentre la dinamica temporale del bit0 genera in concreto un brevissimo impulso attivo alto che provvede a trasferire sulle uscite del 74LS374 (memorizzandolo) il dato predisposto sui suoi ingressi, a immediato beneficio del digit;

g) non appena il digit accende i suoi segmenti, in coerenza con il valore dei bit racchiusi nella parola ricevuta, il numero esadecimale di quest'ultima è visualizzato al centro del monitor, per dare la possibilità di verificarne l'esattezza;

h) immediatamente dopo quest'operazione il programma si ferma in attesa della pressione di un tasto qualunque: durante questa fase il processore consuma il suo tempo interrogando in continuazione l'hardware della tastiera, con l'aiuto di una potente funzione BIOS (INT 16H), appositamente studiata per questo servizio; se si tratta del tasto "Q" (Quit) l'esecuzione del programma viene terminata;

i) la pressione di un qualunque altro tasto produce un nuovo ciclo funzionale identico a quello appena descritto, ma prima si provvede a prelevare il nuovo byte da "visualizzare" sul digit; a questo provvede l'istruzione MOV AL,[SI] che significa "metti nel registro accumulatore AL il contenuto della locazione puntata dal registro puntatore SI"): tutto perfettamente in sintonia con quanto detto finora. Naturalmente, prima di rientrare nel loop a livello xxx00, è necessario provvedere ad un'ultima mansione: spostare il puntatore SI in modo da scorrere la tabella di una posizione verso il basso, al fine di localizzarne il byte successivo.

Vale la pena riprendere un dettaglio del programma già analizzato in passato: quando la decisione di un evento viene affidata alla pressione di un tasto letterale c'è il rischio che il programma "non funzioni", cioè che la pressione di quel tasto sia apparentemente ignorata; di fatto si tratta di un falso problema, sufficiente però a creare preoccupazione nel programmatore non ancora smaliziato.

Il fatto è questo: a differenza degli altri tasti, quelli letterali possono essere riprodotti in forma maiuscola o minuscola, semplicemente operando o meno la contemporanea pressione del tasto Shift (normalmente inserito ai due lati della penultima fila di tasti e offerto con il simbolo di una grossa freccia verso l'alto); fin qui nulla di imprevedibile, visto che la volontà di scrivere in maiuscolo o in minuscolo è lasciata a una nostra specifica volontaria azione. Ma esiste una seconda evenienza, molto più subdola: il tasto "Blocco maiuscolo" (Caps Lock, sulla sinistra, con il simbolo del lucchetto) obbliga la tastiera a interpretare i (soli) tasti letterali sempre in maiuscolo o sempre in minuscolo, a seconda del suo stato corrente: sebbene questo evento sia evidenziato dall'accensione di uno dei tre LED in dotazione alla tastiera (il primo in alto a destra, acceso nel primo caso e spento nel secondo), ben difficilmente siamo consapevoli del suo stato.

Poiché la tastiera emette (verso la CPU) un codice diverso – nei due casi, uno associato alla lettera minuscola (per esempio "q"=71H=01110001B) e uno per la lettera maiuscola (per esempio "Q"=51H=01010001B) – è chiaro che questa ignoranza può generare disagi insopportabili, come spesso abbiamo verificato personalmente, per esempio quando siamo stati chiamati a introdurre "al buio" una password "case sensitive", cosiddetta in gergo informatico; non è da meno il nostro codice che impone la terminazione del programma solo in pre-

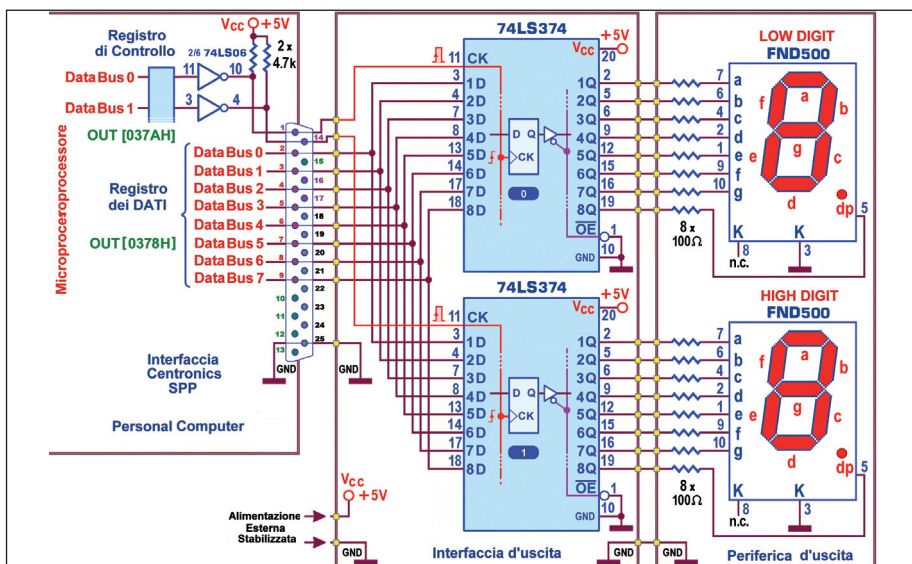



Figura 6: controllo di una coppia di FND500 con interfaccia di uscita 74LS374 in uscita al Registro dati SPP, 0378H.

```
         MOV   AX,0000H

xxx00:   PUSH  AX
         MOV   DX,0378H
         OUT   DX,AL

         MOV   DX,037AH
         MOV   AL,00000010B
         OUT   DX,AL
         MOV   AL,00000011B
         OUT   DX,AL
                              su "1"
         MOV   AL,AH
         MOV   DX,0378H
         OUT   DX,AL

         MOV   DX,037AH
         MOV   AL,00000001B
         OUT   DX,AL
         MOV   AL,00000011B
         OUT   DX,AL

         POP   AX             su "2"

         MOV   AL,[SI]
         MOV   AH,AL
         INC   SI
         JMP   xxx00
```

Inizializza i 2 74LS374 per tenere spenti entrambi i 2 FND500

Prepara sul Registro DATI 0378H la parte bassa della parola a 16 bit

Genera un impulso sulla linea di clock del 74LS374 "1" col bit0 del Registro CONTROLLO 037AH

Prepara sul Registro DATI 0378H la parte alta della parola a 16 bit

Genera un impulso sulla linea di clock del 74LS374 "2" col bit1 del Registro CONTROLLO 037AH

Punta il prossimo byte della Tabella e continua il test

Figura 7: codice assembly per la gestione di due Digit FND500 con interfaccia 74LS374.

senza della pressione del tasto "Q" (maiuscolo!).
Osservando con attenzione la sequenza di bit relativa ai codici ASCII di un tasto letterale si nota che essi differiscono sempre e solo per il valore assunto dal loro bit5: "0" nella versione maiuscola e "1" in quella minuscola; sulla base di questa certezza è sempre buona prassi trattare il codice restituito dalla tastiera con l'istruzione AND AL,11011111B: la logica AND forza comunque a 0 il suo bit5, lasciando inalterati gli altri, trasformando in maiuscola l'eventuale minuscola e rendendo ininfluente l'azione dello stato del "blocco maiuscolo".
La versione completa del codice assembly (insieme a numerose note esplicative e all'eseguibile, pronto per l'uso, ottenuto dalla sua compilazione) è disponibile puntando il primo dei link di approfondimento consigliati.
Per coerenza didattica torniamo un attimo sulla legittimità della presenza del 74LS374 in un circuito che controlla un solo digit: in questo caso essa è, come detto, effettivamente ridondante e il servizio svolto è garantito anche direttamente (cioè senza memoria esterna) dalla porta dati 0378H della parallela (vedi **figura 5**); per questo progetto vale la stessa Tabella di Associazione Logica (mostrata dalla **figura 3b**) e lo stesso codice descritto in precedenza, nel quale le cinque istruzioni che agiscono sul registro di controllo 037AH, pur eseguite regolarmente, sono ora ovviamente ininfluenti e comunque possono tranquillamente essere tolte dal codice.
Pur con le note perplessità legate al fatto di costringere la LPT ad erogare corrente verso una periferica avida di corrente, rimane positivo il fatto che in questo caso non è necessaria alcuna alimentazione esterna.
Naturalmente la fatica dedicata alla descrizione del progetto con il 74LS374 non è stata spesa male: la sua filosofia ben si adatta alla situazione in cui gli elementi di visualizzazione sono più di uno! Lo schema di **figura 6** mostra l'interfaccia d'uscita per un display a due cifre.
In realtà questo progetto è molto più importante di quanto possa sembrare: l'utilizzo con una periferica costituita da due digit FND500 è molto gratificante, dal punto di vista estetico, ma la sua valenza principale è quella di mantenere memoria di una parola a 16 bit (word) a partire da un sistema intrinsecamente a 8 bit.
La porta parallela in grado di memorizzare un dato a soli 8 bit, mediante la scrittura sul suo Registro dati 0378H/0278H e la necessità di disporre di informazioni più grandi (in genere multiple di 8 bit) suggerisce proprio l'impiego di memorie aggiunte esternamente, capaci tra l'altro di garantire anche una certa bufferizzazione di corrente; ma questo vale anche per le porte di un microcontrollore.
Per la gestione ottimale del progetto basterà mettere in atto due volte le tecniche di programmazione descritte in precedenza:
a) in prima istanza il byte meno significativo (predisposto in AL) viene memorizzato sul Registro d'uscita 0378H e reso disponibile sulle linee corrispondenti del connettore della porta parallela (dal pin2 al pin 9);
b) immediatamente dopo segue la creazione di un breve impulso attivo alto (e

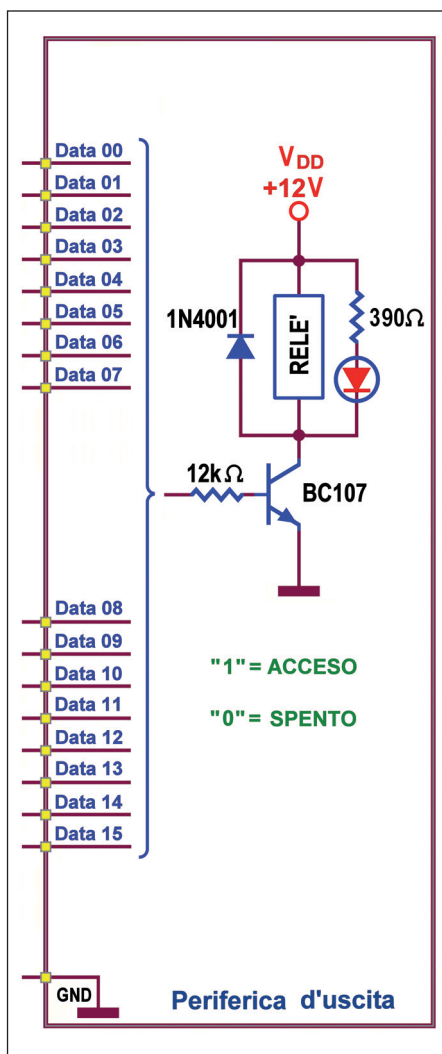



Figura 8: periferica generica adatta all'Interfaccia d'uscita con 2 74LS374 in uscita al Registro dati SPP, 0378H.

quindi il desiderato fronte di salita) sulla linea di clock della prima memoria (marcata "0"), affidato al bit0 del Registro di controllo 037AH forzato prima a 0 e poi a 1 (per la presenza delle inversioni interne); **c)** contemporaneamente il bit1 del medesimo del Registro di controllo è tenuto stabilmente a 1, mantenendo così bassa (inattiva) la linea di clock della seconda memoria (marcata "1"), per evitare di influenzare (con l'attuale dato presente sulla porta) lo stato delle sue uscite.

La fase successiva è perfettamente duale, per il byte più significativo (disponibile in AH): dopo la sua memorizzazione sul Registro d'uscita 0378H esso è reso disponibile (attraverso le linee del connettore) in ingresso ad entrambe le memorie, ma sarà memorizzato solo sulla seconda, tenendo a 1 il bit0 del Registro di controllo 037AH e forzando a 0 e poi a 1 il suo bit1.

La **figura 7** sintetizza quanto detto nel relativo codice assembly, strutturato per sostituire quello proposto in **figura 4** tra le istruzioni PUSH AX e POP AX; da notare che ora ci si aspetta un'informazione a 16 bit, preconfezionata nel registro AX, notoriamente diviso in due parti a 8 bit, dette rispettivamente AH (parte alta) e AL (parte bassa); la prima istruzione (MOV AX, 0000H) serve proprio per fornire all'inizio il dato che tiene spenti entrambi i digit.

Come nella versione con un solo FND500 dopo aver memorizzato il dato sui due 74LS374 il programma prosegue mostrandone al centro del monitor il valore binario (ora di tipo word), e poi con la fase di attesa della pressione di un tasto qualunque per permetterne la terminazione (se se si tratta del tasto "Q") o per aggiornare il contenuto dei due digit; per questa fase ho pensato di mettere su entrambi lo stesso simbolo estratto di volta in volta dalla tabella TabSeg: la parte finale del codice segue dunque sostanzialmente la stessa logica usata in precedenza.

Ma in un utilizzo più ragionevole la disponibilità di due digit completamente autonomi può essere una vera fortuna e (sempre con l'aiuto della tabella TabSeg) sarà facile convertire il numero da visualizzare su ciascuno di essi nella corrispondente esatta sequenza di bit.

Il secondo dei link di approfondimento consigliati offre la versione completa del codice assembly studiato per utilizzare questa applicazione in modo più generale, adatto cioè non solo al controllo di due digit ma anche a quello di una generica periferica d'uscita a 16 bit; in concreto le 16 uscite bufferizzare delle due memorie locali dell'interfaccia d'uscita possono essere fissate al livello logico desiderato, per un tempo grande a piacere, al fine di controllare altrettante periferiche di tipo on-off (come relè o LED o altri dispositivi), ma anche gli 8+8 segmenti del visualizzatore.

La **figura 8** mostra una delle numerose possibilità, prevedendo su ciascuna un carico gestito da un transistore di piccola potenza; la scelta di usare il BC107 (un Silicon Planar Epitaxial NPN Transistor in contenitore TO-18) è dovuta alla sua comune diffusione e alla capacità di garantire al carico una discreta corrente (I_C massima di 100 mA, più che sufficiente per un relè e per un LED ad esso in parallelo), con una V_{CE} massima di 45 V (in sostanza la tensione limite dell'alimentazione applicabile esternamente).

Vale la pena sottolineare, in chiusura, che è facilissimo estendere l'ultimo progetto anche per mantenere memoria locale di informazioni binarie più grandi di 16 bit, al servizio di periferiche riconducibili a quelle di **figura 8** o per un magnifico display con 4 digit; per gestire 32 bit (doubleword) basta duplicare lo schema di **figura 6** collegando in parallelo tra loro gli ingressi dello stesso peso di quattro 74LS374, a loro volta connessi ai corrispondenti piedini del connettore DB-25, dal pin 2 al pin 9; la gestione dei sincronismi deve però garantire ora la presenza alternativa di quattro segnali di clock e la soluzione migliore è quella di affidarne il servizio alle uscite di un 74LS139 (usato a metà), controllato dai primi tre bit del Registro di controllo 037AH/027AH.

Per l'ingombrante struttura del suo schema lasciamo al lettore il piacere di cimentarsi in questa variante, offrendo comunque la possibilità di confrontare i propri risultati consultando il terzo dei link di approfondimento consigliati, in grado di offrire la soluzione completa, hardware e software, del problema proposto. ❑

CODICE MIP 2823846

PER *approfondire...*

- OUT su digit - http://www.giobe2000.it/FareElettronica11.htm
- OUT a 16 bit - http://www.giobe2000.it/FareElettronica12.htm
- OUT a 32 bit - http://www.giobe2000.it/FareElettronica13.htm

di VITTORIO MARRADI

LA RADIO *dei cento anni*

Sono passati più di cento anni, era il 1906, dalla fatidica invenzione dell'Audion, il primo triodo, a opera di Lee De Forest. Tuttavia il circuito rigenerativo, la radio a reazione, vede una paternità contesa fra De Forest e Armstrong negli anni 12-13 del secolo scorso

Circa trent'anni fa vidi su una rivista americana un remake di ricevitore anni Venti con bobine a paniere. Elaborata nuovamente la parte meccanica e reso il tutto funzionante con una valvola in miniatura, truccata vintage, misi da parte il progetto. Dopo tanto tempo esso contiene ancora la nostalgia di un'epoca di avventure e di speranze, quando il magico mondo della radio si affacciava in modo risoluto sul palcoscenico mondiale.
Grazie a circuiti di questo tipo, del tutto simili tra loro come concezione, si potevano ascoltare emittenti assai lontane, con sensibilità e selettività sorprendenti. Tutto ciò con un minimo numero di componenti e con una spesa assai ridotta. A parte il triodo, quasi tutto poteva essere costruito: i condensatori, le bobine, il telaio, le resistenze e, proprio volendo, anche la cuffia e le batterie!

COME FUNZIONA

Lo schema è simile a quello della leggendaria Radiola III nella quale viene però utilizzato uno speciale variometro doppio, ed esiste l'amplificazione di BF con accoppiamento a trasformatore. Qui è più semplice: il segnale sintonizzato viene rivelato con un circuito noto come "leak grid", falla di griglia, e tramite un accoppiamento induttivo riportato all'ingresso del ricevitore con la fase giusta per essere nuovamente amplificato, e così via **(figura 1)**, si può così ottenere un'amplificazione rilevante. Si ha anche un fattore di merito alto del circuito di sintonia, e quindi una buona selettività.
Il funzionamento è geniale: la modulazione viene estratta dalla portante usando il circuito catodo-griglia come diodo e il complesso RC di griglia, che costituisce il carico di tale diodo, ha una costante di tempo tale da essere molto maggiore del periodo (inverso della frequenza) della portante e minore di quello del più piccolo periodo della modulante. Il diodo taglia le semionde negative del segnale e il dispositivo RC svolge una duplice funzione: fornisce una via verso massa per l'alta frequenza e integra il segnale a bassa frequenza.
La griglia modula il flusso di elettroni all'interno del triodo e il segnale audio si ritrova amplificato sulla placca, il cui carico è costituito dall'avvolgimento di reazione e dalla cuffia. Usando un accoppiamento meccanico variabile tra le bobine di reazione e di ingresso si varia a piacere la retroazione del segnale, e quindi l'amplificazione globale.

Figura 1: schema elettrico.

VARIANTI STORICHE

Pur nella sua estrema semplicità, il circuito si è evoluto in numerose varianti: furono usate bobine a paniere, "spider" e a nido d'ape, "honeycomb". La loro costruzione ingegnosa minimizzava la capacità tra spira e spira, permettendo così di elevare il fattore di merito Q a vantaggio della selettività.
In ingresso troviamo il gruppo LC di sintonia: il condensatore variabile era costoso e in alcuni casi si usava il variometro, composto da due bobine mutuamente accop-

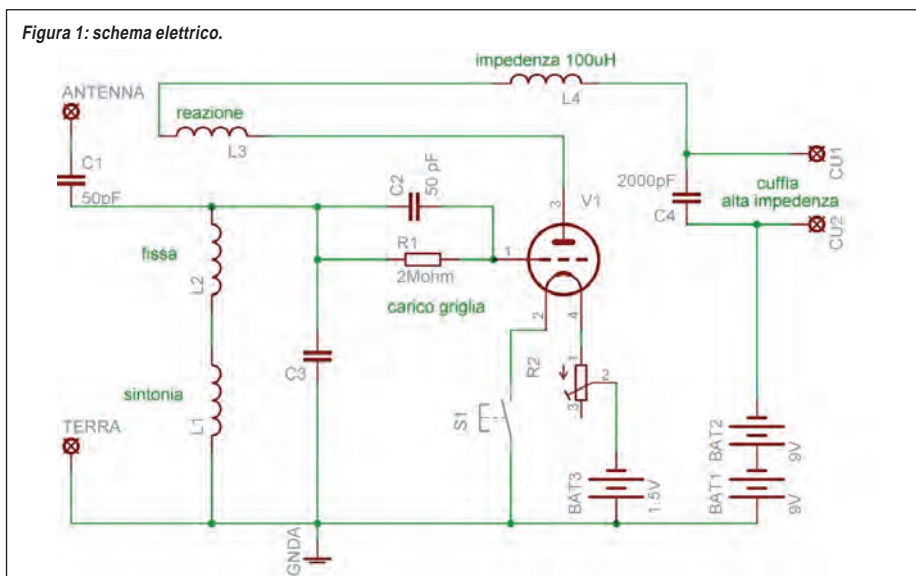
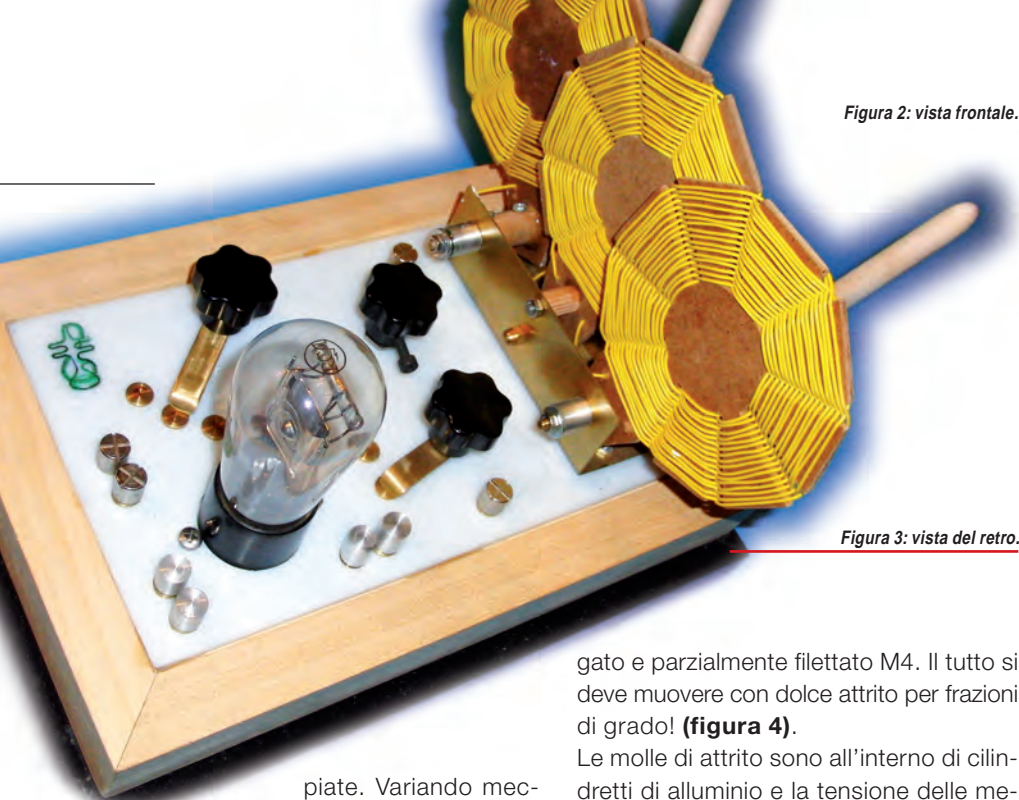



Figura 2: vista frontale.

Figura 3: vista del retro.

Figura 4: particolari dell'apparecchio.

piate. Variando meccanicamente l'accoppiamento reciproco si modificava l'induttanza totale; il condensatore di accordo era fisso. Come contropartita la costruzione meccanica doveva essere accurata: sono molto belli i variometri costruiti negli "anni ruggenti" da Atwater Kent, che si possono ammirare in rete, con le bobine avvolte su sezioni di sfera. Le induttanze di sintonia e di retroazione potevano essere più o meno accoppiate, a secondo del tipo di bobina, con sistemi di leve, o addirittura con cremagliere, o con viti senza fine.

LA MECCANICA

Acquistati in fiera alcuni componenti critici: zoccolo ceramico a 4 piedini, bobina filo sottile, valvola miniatura, reostato a filo, il resto è autocostruito. Le dimensioni del tutto dipendono da ciò che si ha sottomano, il "telaio" è in plexiglass bianco, 22 x 13 cm e spessore di 4 mm. In esso sono annegate, tramite fresatura, viti in ottone, diametro della testa 10 mm.
La testa è stata privata dell'intaglio tramite tornio, in modo da offrire una superficie liscia alla spazzola del commutatore. Ho realizzato le bobine "spider", tutte uguali, da un foglio di masonite spesso 4 mm, il diametro del telaio è di 11 cm e reca nove intagli lunghi 35 mm e larghi 7 mm, come si vede in **figura 3**.
Sul telaio "spider" si avvolgono 16 spire, diametro esterno filo 1 mm. È previsto un codolo ricavato dallo stesso foglio di masonite per il fissaggio e il movimento.
Le bobine vengono supportate da tondini di legno forati incollati al codolo, l'accoppiamento variabile viene effettuato muovendo le due levette (sintonia e reazione) ottenute da tondino di ottone piegato e parzialmente filettato M4. Il tutto si deve muovere con dolce attrito per frazioni di grado! **(figura 4)**.
Le molle di attrito sono all'interno di cilindretti di alluminio e la tensione delle medesime è regolabile tramite dado e rondella. Il complesso sintonia-reazione è supportato da una lamiera di ottone 11 x 12 cm, spessa 1 mm e piegata a U a 1/3 e 2/3 del lato maggiore. Il pannellino di plexiglass è infine montato sopra una cornice per quadri. I capicorda sono ricavati da tondini di alluminio filettati che di avvitano nelle solite viti di ottone, anch'esse forate e filettate: ho previsto antenna, terra, due terminali per le cuffie, due terminali per l'anodica. La batteria di filamento, formato torcia 1,5 V, ha il portapila interno all'apparecchio.

ALTRI PARTICOLARI

Il cablaggio è effettuato in aria con filo da rame da 1 mm, la valvola "vintage" è una subminiatura CK5672 Raytheon, un pentodo, ancora rintracciabile, alimentazione filamento 1,25 V. Essa è collegata al triodo unendo il terminale 1, la placca (punto rosso) con il 2 (griglia 2).
I terminali 3 e 5 alimentano il filamento e la griglia di controllo è il filo 4. Su Internet è agevole trovare le caratteristiche di questo pentodo. La valvolina è alloggiata nello zoccolo a 4 piedini di un vecchio triodo defunto, una provetta argentata è calzata sullo zoccolo per simulare l'ampolla di vetro. La valvola V1 indicata sullo schema ha una piedinatura solo indicativa.
I commutatori per eventuale cambio del condensatore di sintonia (non al momento in uso) e l'interruttore di filamento rotativo sono costruiti con manopola di bachelite, molla di tensione e piattina di ottone **(figura 4)**. Si possono sperimentare valori diversi per C2 fino a 250 pF. Nella mia zona per ascoltare la RAI, alta in frequenza, ho dovuto usare C3 eguale a 50 pF. Il reostato di filamento agisce su una intensità di 50 mA e ho usato un elemento a filo da 50 ohm.

La paternità contesa

Un'invenzione in contemporanea? A volte succede. Quello che è certo è che le battaglie legali sostenute fra Westinghouse e AT&T, le quali sostenevano rispettivamente Armstrong e De Forest, ingrassarono gli avvocati. Battaglie durate per più di dieci anni per un costo stimato di un milione di dollari di allora! Ma il nome di Armstrong è legato alla superetrodina, alla superreazione, alla modulazione di frequenza. Le tremende battaglie contro RCA, relativamente a diritti non pagati per la FM indussero in lui una depressione tale da indurlo al suicidio, gettandosi dal tredicesimo piano di del palazzo dove abitava il 31 gennaio 1954.

COME SI USA

Predisporre il reostato di filamento sulla resistenza minima, collegare terra, un'antenna di qualche metro, poi avvicinare le bobine una all'altra e accendere. Se la retroazione è positiva si sente un fischio in cuffia, altrimenti occorre invertire i capi dell'avvolgimento di reazione. Allontanare la bobina di reazione da quella centrale fino ad avvertire un fischio minimo e muovere la bobina di sintonia. Le emittenti sono rivelate da fischi, riducendo la reazione si ottiene un segnale pulito. Ciò si può fare anche agendo finemente sul reostato di filamento
Le regolazioni interagiscono a vicenda e sono necessari aggiustamenti successivi: buon ascolto! ❑

CODICE MIP 2823992

RobotZone

di GUIDO OTTAVIANI

QUAD *sonar*

Come modificare un semplice ed economico sensore di parcheggio standard per ottenere un quadruplo misuratore di distanza a prova di intemperie, da usare come rilevatore di ostacoli per i nostri robot

Girando per i numerosi negozi di "cineserie" o tra i banchi delle fiere di elettronica, capita spesso di vedere diversi sensori di parcheggio da applicare alle auto che non ne sono provviste di serie.
Ne esistono molti modelli, per tutte le tasche, da pochissime decine di euro a poco più di cento euro. I più semplici hanno quattro sensori, un display numerico e un buzzer per avvertire quando l'ostacolo è vicino. I più costosi hanno il display nello specchietto retrovisore e la videocamera. Alcuni hanno il display cablato con la centralina, altri hanno un collegamento wireless. Ce ne sono da 4, 6 o 8 sensori. L'hardware è quasi sempre lo stesso con più o meno componenti installati.

L'HARDWARE

Per le nostre esigenze va bene il modello più economico: quattro sensori stagni, un display cablato e anche la punta da trapano per fare il foro esatto per il montaggio dei sensori.
Il display è collegato con 3 fili: PWR+, GND e segnale. Non usa un protocollo standard di comunicazione ma un sistema basato su una sequenza di alti e bassi più o meno spaziati molto personalizzata, che riporta solo poche informazioni. Nel display c'è un'altra MCU che decodifica il protocollo e pilota di conseguenza le cifre, le barre di LED e il buzzer. Da qui è nata l'idea di modificare il circuito per renderlo compatibile con i protocolli più usati: seriale e I^{2}C, e magari aggiungere qualche altra funzione.

Il circuito originale

Per prima cosa analizziamo il funzionamento del sistema per capire dove e come si può agire.
Il circuito è realizzato in modo molto chiaro e usa tutti componenti standard, con un'applicazione tanto semplice quanto furba del datasheet originale del sensore **[1]**

Un po' di teoria

Ricordiamo brevemente come funziona un sonar.
Per rilevare un oggetto che gli sta di fronte, esso invia un segnale concentrato nel tempo (*ping* o *burst*) a una frequenza ultrasonica e, come fanno i pipistrelli, misura il tempo che impiega l'eco riflessa dall'oggetto a tornare al ricevitore, il cosiddetto "tempo di volo". Conoscendo la velocità del suono nell'aria è facile determinare la distanza dell'oggetto.
Il segnale è trasmesso e ricevuto tramite una capsula a ultrasuoni che, normalmente, è un trasduttore ceramico bidirezionale, può funzionare cioè sia da microfono sia da altoparlante. Alcuni sistemi, come il classico SRF08 di Devantech, usano una capsula per la trasmissione e una per la ricezione. In questo caso una sola capsula è usata, alternativamente per entrambe le funzioni.
La frequenza scelta è di solito 40 kHz, e per questo le capsule risuonano esattamente a questa frequenza, fornendo il loro massimo rendimento e semplificando il circuito.
Le capsule funzionano a tensioni abbastanza alte e per questo si trovano diverse soluzioni circuitali per ottenere tali tensioni, a partire da quelle standard, 5 o 12 V.

Figura 1: il kit sensori scelto.

nel quale viene proposto un circuito di test basato su un transistor, un trasformatore per elevare la tensione di funzionamento e un amplificatore operazionale per la ricezione dell'eco di ritorno. Il circuito oscillante formato dal trasformatore e dalla capsula viene accordato sulla frequenza esatta tramite il nucleo mobile che si vede in **figura 2**.

In questo modo il segnale a onda quadra a 5 V in ingresso al transistor diventa una sinusoide da 100 V picco-picco, pilotando al meglio la capsula.

La capsula risuona con molta precisione a 40 kHz, si comporta quindi come un filtro passa-banda molto stretto intorno a questa frequenza. Il segnale è filtrato due volte, sia quando viene trasmesso (cap-

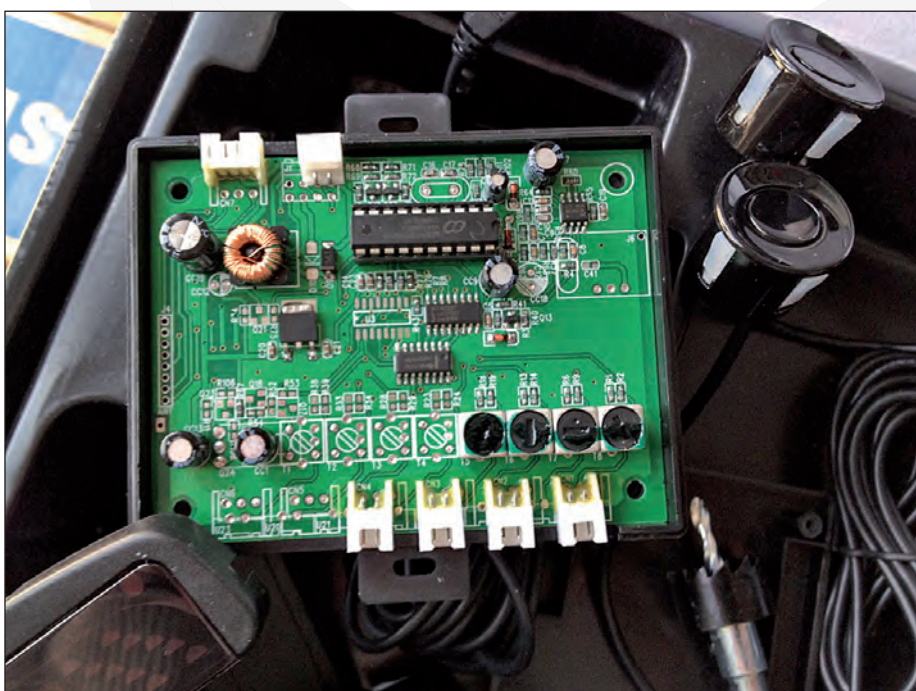



Figura 2: un dettaglio della scheda originale.

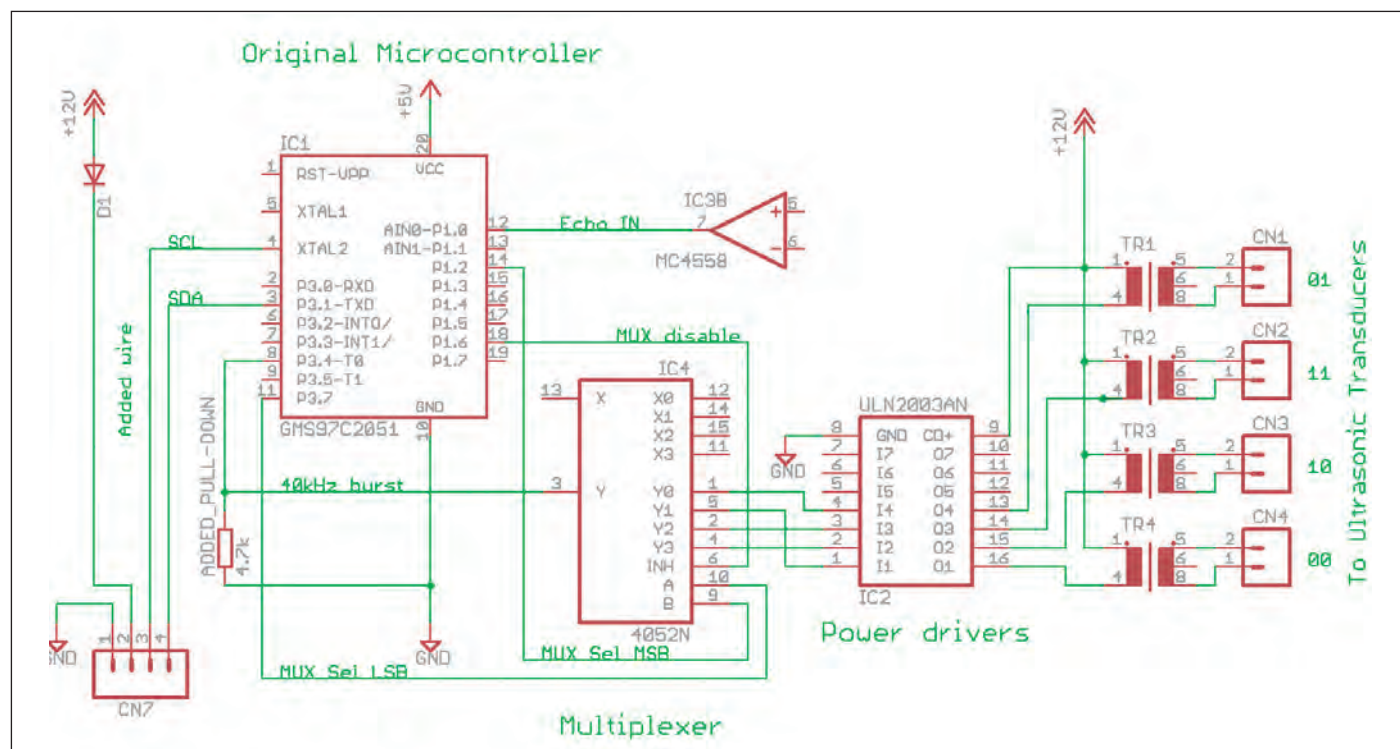



Figura 3: uno schema logico delle connessioni della scheda originale. Questo non è lo schema elettrico esatto ma solo una descrizione funzionale dedotta da un'analisi visiva della scheda.

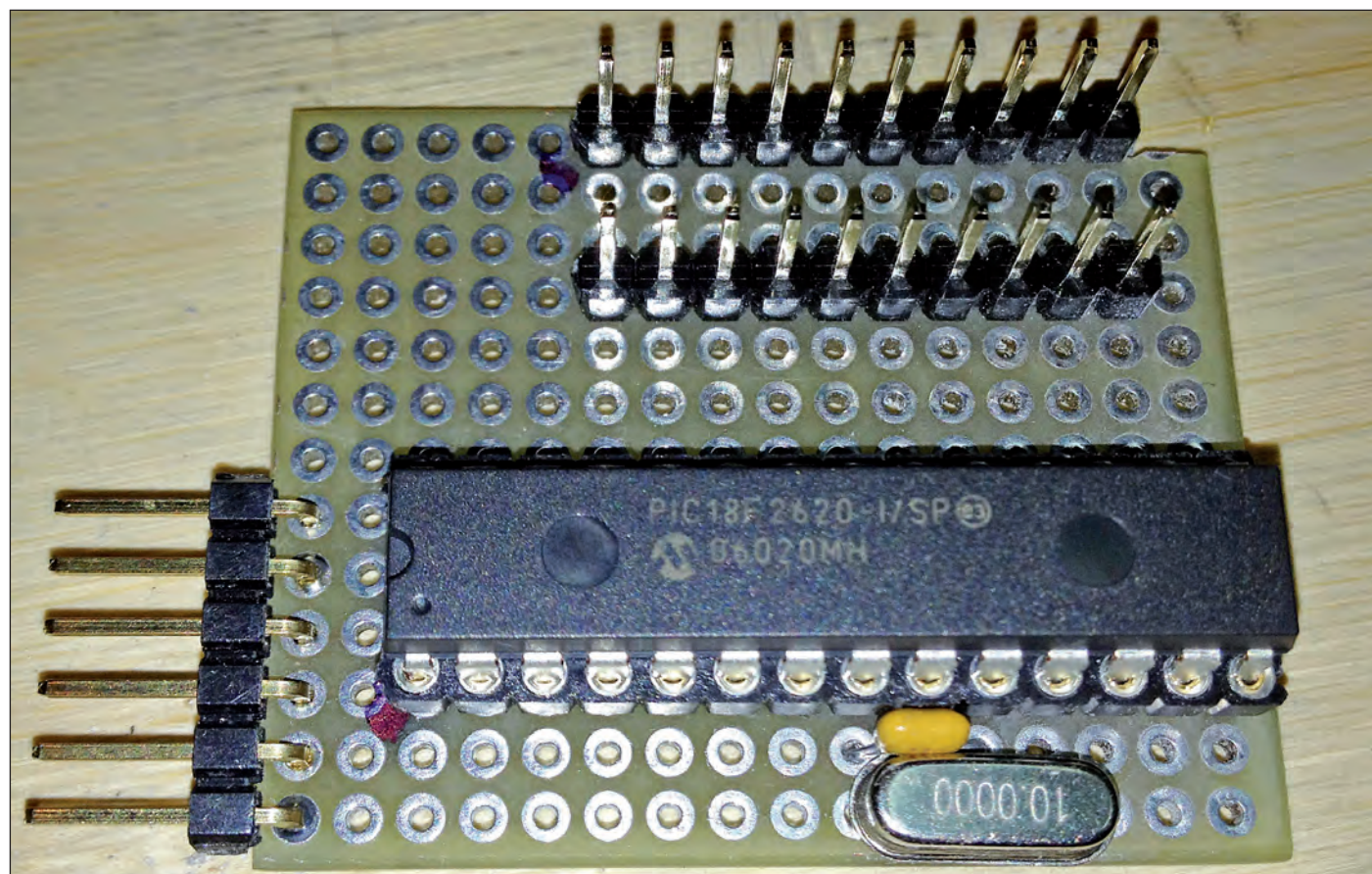



Figura 4: la schedina di adattamento tra il nuovo microcontrollore e lo zoccolo originale. L'utilizzo di una millefori permette di sperimentare diverse soluzioni.

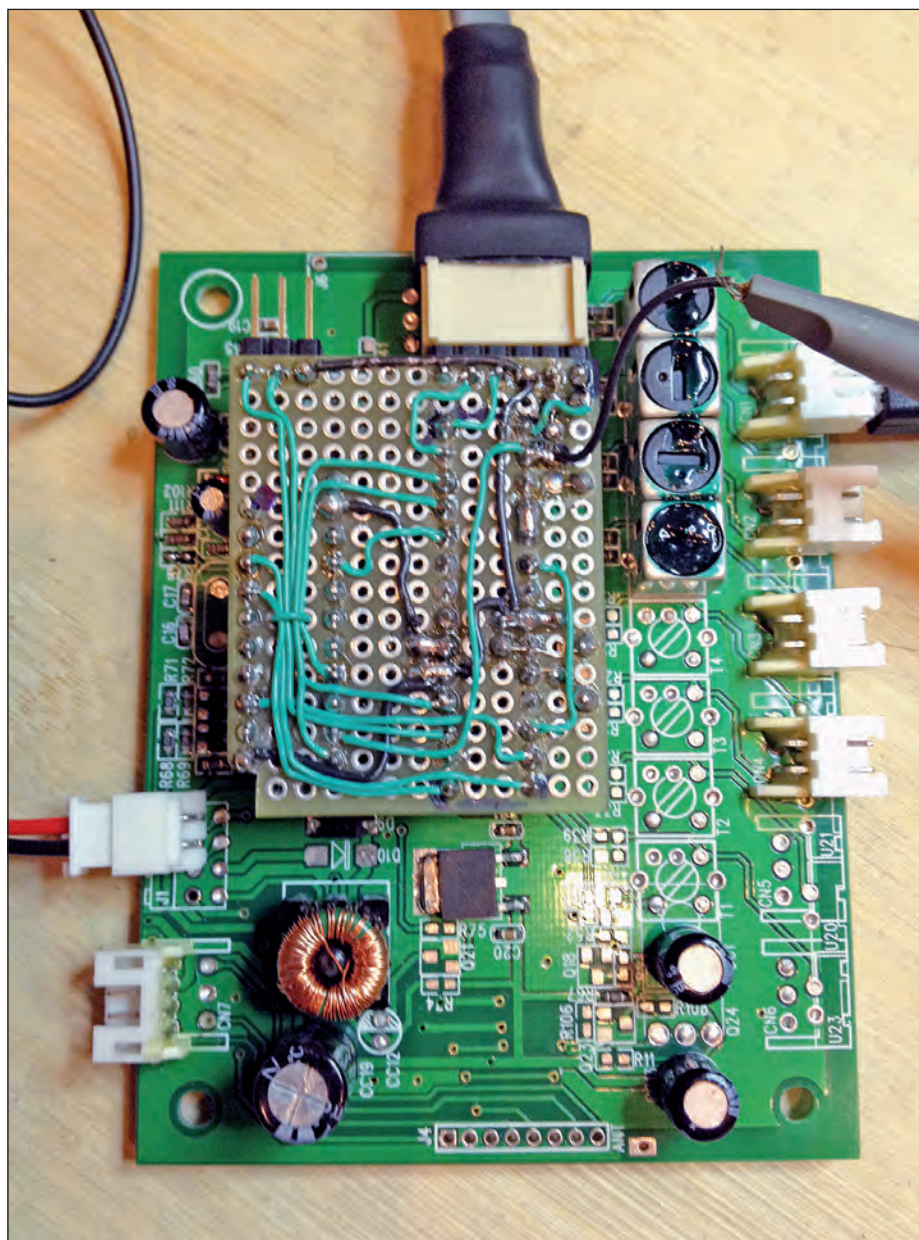



Figura 5: la schedina montata al posto della MCU originale e collegata al sistema di sviluppo.

sula usata come altoparlante) sia quando viene ricevuto (capsula usata come microfono). Questo doppio filtraggio porta a un segnale molto pulito in ingresso.
Il fatto di usare una sola capsula semplifica molto il circuito e l'installazione finale (pensate a dover montare il doppio di capsule) però ha, come spesso accade, una lato negativo. Quando si deve commutare da trasmissione a ricezione occorre circa 1 ms prima che l'oscillazione di smorzi. Questo porta a una distanza minima misurabile di circa 30 cm. Nel nostro caso non è un problema, è un minimo più che accettabile e, in ogni caso, il sistema rileva comunque gli ostacoli più vicini, anche se continua a misurare 30 cm.

Moltiplichiamo i sensori

Per ottimizzare il circuito con quattro sensori separati, al posto del transistor è stato usato un driver ULN2003, un array di sette darlington di potenza, adatti all'utilizzo con carichi induttivi, racchiuso in un unico chip da 16 piedini. Il segnale di pilotaggio è smistato al giusto driver tramite un multiplexer / demultiplexer analogico HEF4052BT, che si occupa anche di riportare l'eco di ritorno dalle diverse capsule verso l'unico amplificatore operazionale MC4558L.
Un microcontrollore MG87FE2051AE20 (basato su core 8051) si occupa di generare il burst a 40 kHz, di selezionare in sequenza il muxltiplexer e di misurare il tempo con il quale viene ricevuta l'eco. Solo la prima eco di ritorno (l'oggetto più vicino) è presa in considerazione, eventuali altri echi sono ignorate.
I datasheet dei componenti citati possono essere reperiti su **[2]**.
In **figura 3** si può osservare uno schema logico delle connessioni.

La personalizzazione

Come si può vedere in **figura 2** il microcontrollore originale è montato su zoccolo. Poiché questo è l'unico componente che vogliamo cambiare, siamo a cavallo. Usando una schedina di adattamento come quella mostrata in **figura 4** è facile utilizzare il tipo di microcontrollore che preferiamo.

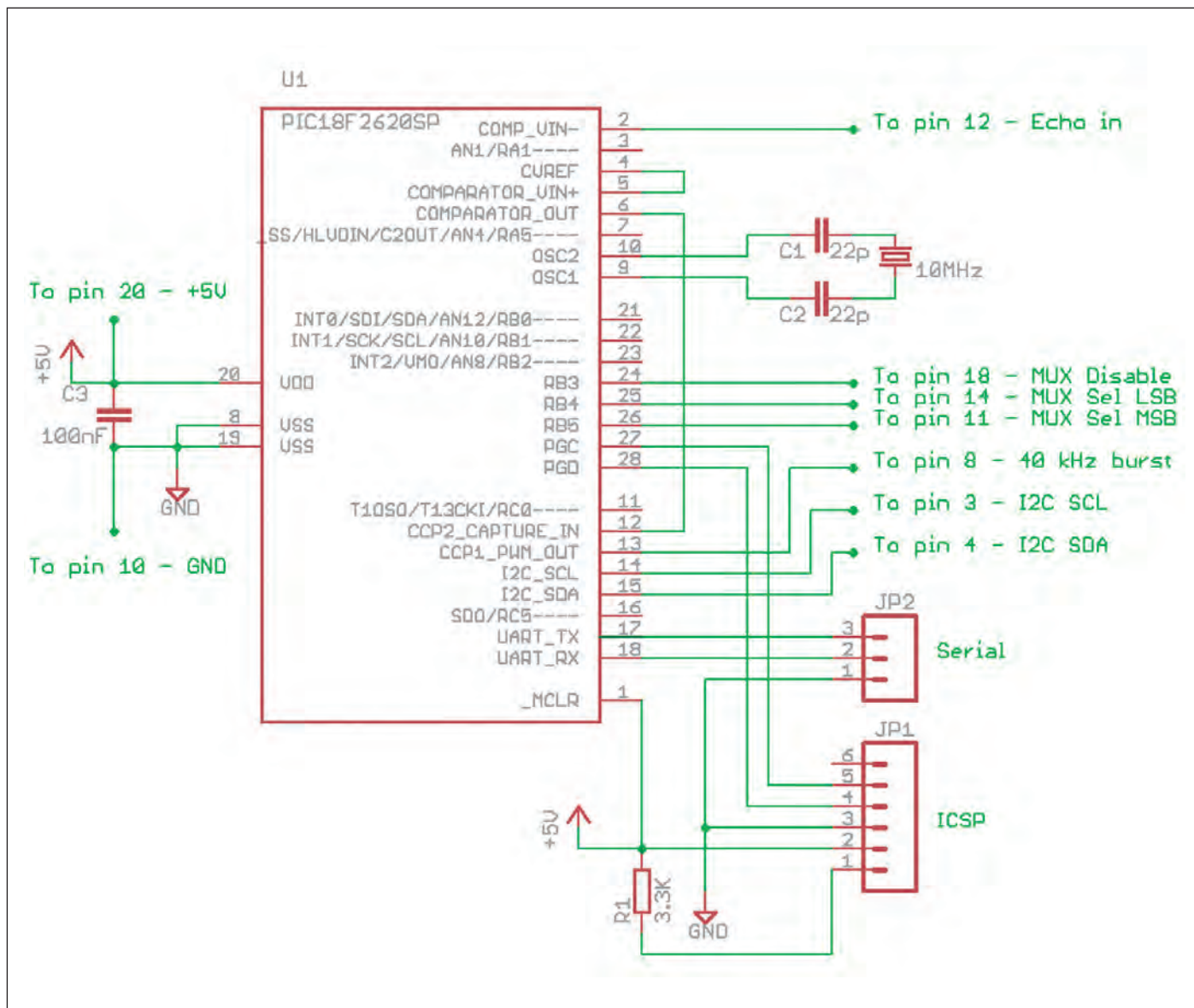



Figura 6: lo schema elettrico della schedina aggiunta con il PIC18F2620. Come si può vedere i componenti esterni sono ridotti al minimo.

La scelta è caduta su un PIC18F2620. Questo ha tutte le periferiche che ci servono:

- PWM hardware per generare il burst a 40 kHz;
- comparatore analogico per rilevare l'eco di ritorno;
- generatore interno di tensione di riferimento per regolare via software la sensibilità del comparatore;
- diversi timer hardware sia a 8 sia a 16 bit;
- modulo seriale per invio dei dati e per il debug;
- I²C da usare come sensore slave per utilizzarlo al posto di un sonar commerciale;
- I/O pin a sufficienza per pilotare il multiplexer e per altre funzioni.

IL SOFTWARE

Parlare di software con un microcontrollore può essere fuorviante, specialmente in questo caso. Usando infatti le periferiche hardware citate, i timer e gli interrupt, è facile realizzare una macchina a stati finiti che non fa nulla per la maggior parte del tempo, rimanendo in attesa degli interrupt. Interpretiamo quindi lo schema in **figura 7** non come un diagramma di flusso software, ma come una sequenza di operazioni, alcune eseguite direttamente dalle periferiche e altre pilotate dal software. Per semplicità lo schema fa riferimento a una sola sezione. Nella realtà i diversi sensori sono collegati al resto del circuito tramite il multiplexer.
Seguiamo lo schema in senso orario. Il Timer0 (configurato come timer a 16 bit) è caricato con differenti valori nei differenti stati. Come si può vedere, il primo valore (t1) è di 150 us, con questo si pilota il PWM che genera un burst della stessa durata a 40 kHz con un duty cycle del 50%. Poi c'è un tempo di attesa t2 di 850 us per evitare che sia interpretato come eco lo stesso segnale trasmesso, in questo modo si ottiene un periodo totale di 1

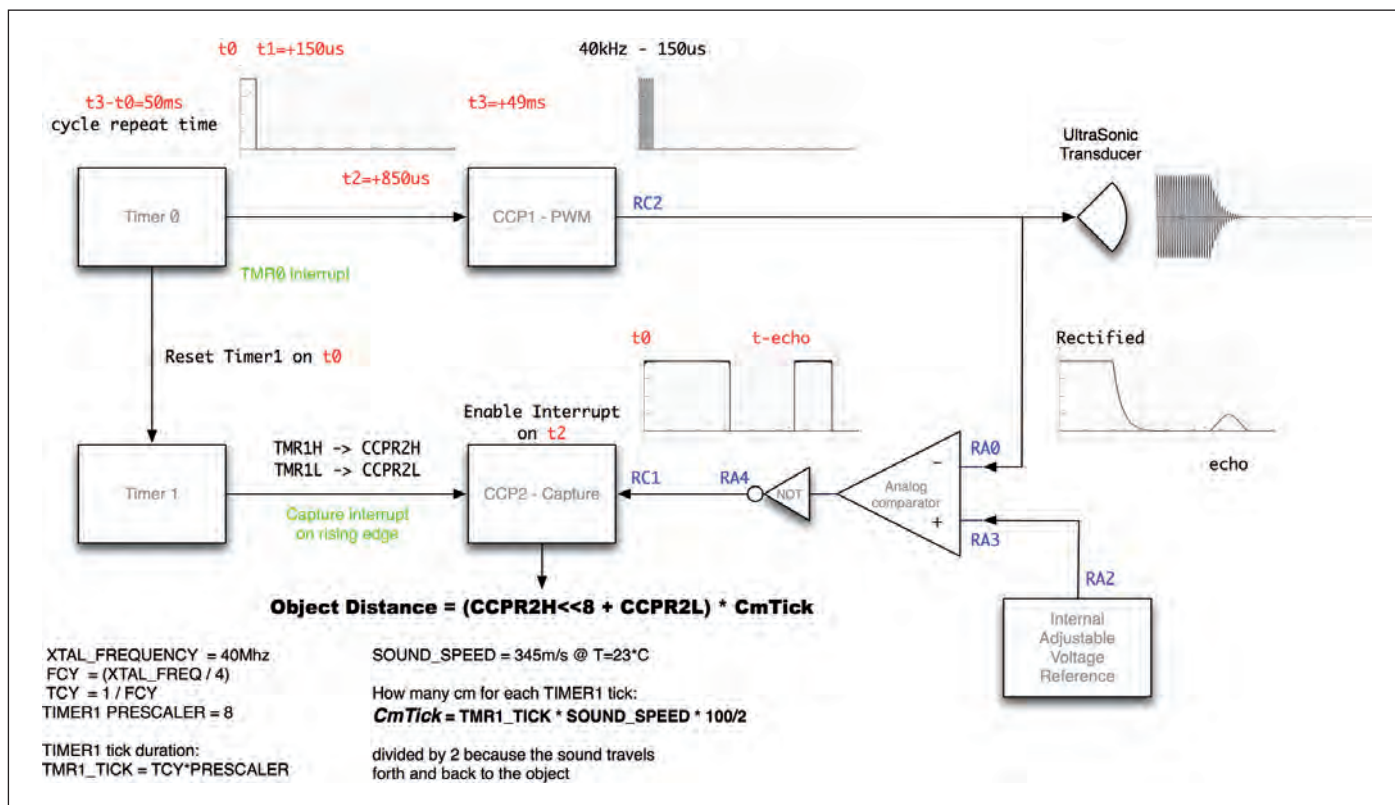



Figura 7: schema a blocchi del funzionamento del programma nel microcontrollore. Questo schema è un misto di operazioni eseguite direttamente dalle periferiche hardware del PIC e di procedure software conseguenti.

ms che corrisponde al tempo di smorzamento citato in precedenza. Dopo 1 ms si abilitano gli interrupt e il timer viene impostato in modo da attendere per 49 ms l'eco di ritorno (t3).
Come si vede dallo schema l'uscita del PWM, il pin RC2 del PIC è collegato tramite il multiplexer e il driver di potenza al trasduttore. Il segnale di ritorno è amplificato e demodulato dal circuito analogico presente nella scheda originale e inviato all'ingresso invertente del comparatore analogico del PIC (pin RA0).
La soglia di intervento del comparatore può essere regolata via software impostando il giusto livello di tensione sul generatore di riferimento interno. Questo è configurato in modo da fornire tale livello sul pin RA2, che a sua volta è collegato all'ingresso non invertente del comparatore (pin RA3).
Torniamo al momento t0. Questo è l'inizio dell'invio del burst, viene quindi azzerato Timer1. Al momento t2 si abilita l'interrupt sul modulo capture e si inizia ad ascoltare l'eco.
L'uscita del comparatore (pin RA4), è collegata all'ingresso del modulo CCP2 configurato come capture (pin RC1). Sul fronte di salita di questo segnale, il modulo capture fotografa il contenuto dei registri del Timer1 in quell'esatto istante. Questo è il tempo chiamato t-echo nel grafico e

Regolare la sensibilità del sonar

A volte è utile poter regolare la sensibilità del circuito ricevente, per diverse ragioni. Il segnale a 40 kHz viene trasmesso e ricevuto con un angolo abbastanza ampio. Installando il sonar a 10-15 cm dal pavimento, come avviene normalmente con i robot amatoriali, il cono risultante potrebbe incontrare il pavimento a una distanza inferiore a 2,5 m, ritornando un'eco non voluta.
Un altro problema può nascere dall'interferenza tra i diversi trasduttori. Ad esempio, un'eco di un oggetto lontano, relativa al segnale trasmesso dalla capsula 1, potrebbe ritornare con molto ritardo mentre è già in ricezione la capsula 2, fornendo anche in questo caso una falsa misura. Aumentare troppo il tempo di attesa per tutte le eco porterebbe a cicli di lettura molto lenti, inadatti a un mezzo che si muove a una certa velocità.
Diminuendo la sensibilità del ricevitore, non sono presi in considerazione echi deboli, provenienti dal pavimento o da riflessioni multiple, in particolare in ambiente chiuso. Si può quindi regolare il range massimo di misura del sonar.
Un metodo molto sofisticato per avere letture rapide anche con diversi sensori è spiegato da Johann Borenstein in questo documento:
http://www.valentiniweb.com/piermo/robotica/doc/Borenstein/paper32.pdf.

Figura 8: un esempio di un ciclo di lettura. La traccia B mostra il segnale analogico ricevuto dalla capsula, la traccia A il segnale digitale in uscita dal comparatore. Nel primo millisecondo viene inviato il burst, il comparatore rivela il segnale ma l'interrupt è disabilitato e non ha alcun effetto. Dopo circa 1,8 ms ritorna l'eco del primo ostacolo. Il segnale supera la soglia di intervento del comparatore analogico e la sua uscita va a 1 logico. In questo momento si disabilita di nuovo l'interrupt per non rilevare altri ostacoli che, in questo caso, non ci interessano.

corrisponde al "tempo di volo", il tempo cioè che impiega il suono ad andare dal sensore all'ostacolo e a tornare indietro al sensore stesso.
Per semplificare il lavoro del microcontrollore, risparmiando divisioni e moltiplicazioni a ogni misura, ho definito come costante a inizio programma il valore dei centimetri corrispondenti a ogni incremento di una unità nel registro del Timer1 (CmTick). Moltiplicando il valore fotografato dal modulo capture per questa costante abbiamo direttamente la distanza dell'oggetto.

Il ciclo di 50 ms per un sensore è completo, dopodiché si imposta il multiplexer per il sensore successivo e così via fino a tornare al primo sensore dopo 200 ms.
Utilizzando in questo modo le periferiche e lasciando l'MCU in attesa degli interrupt, rimane molto tempo per rispondere alle chiamate del master su I^2C, ri-

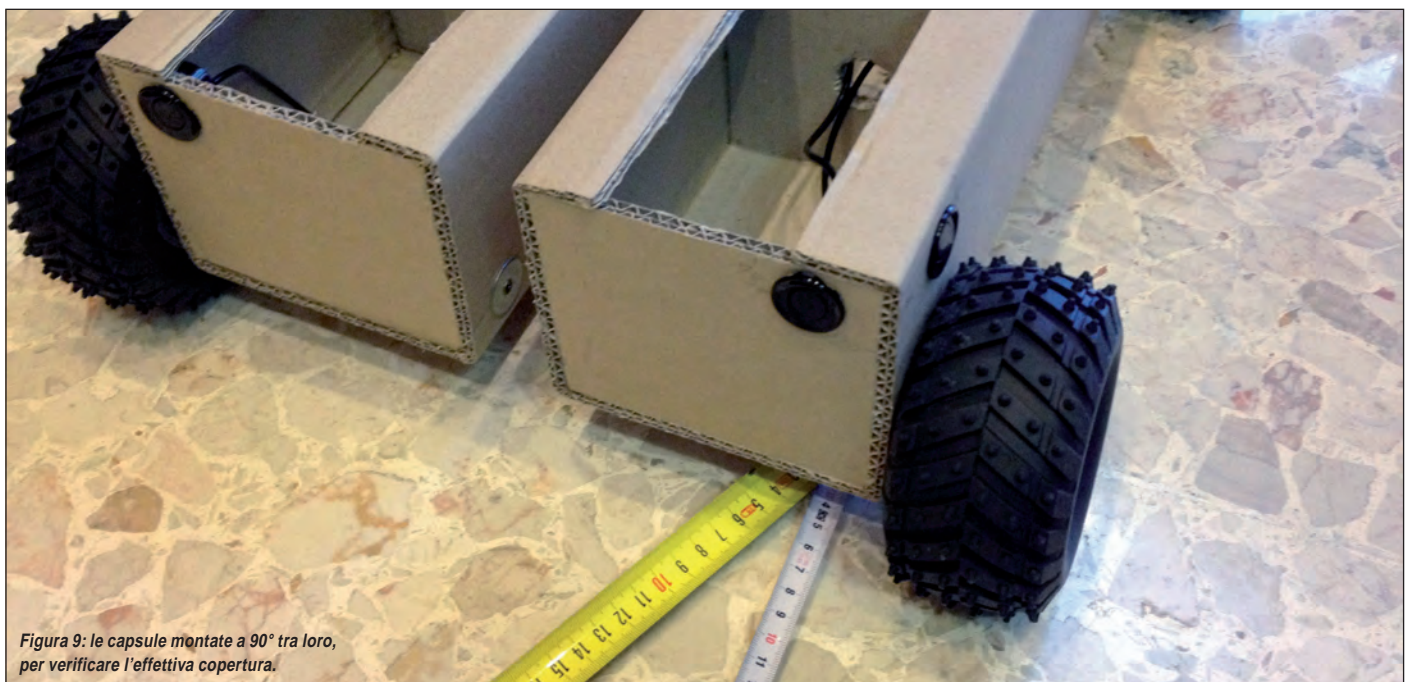
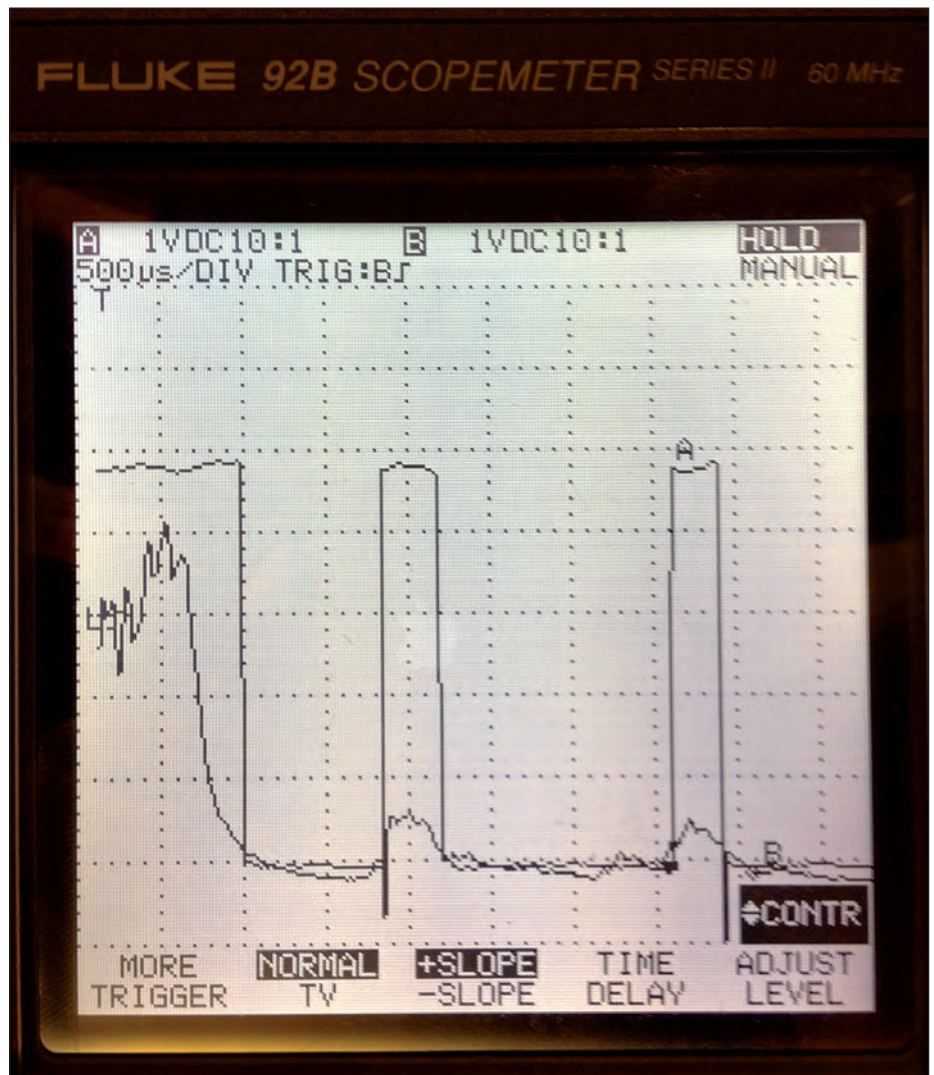



Figura 9: le capsule montate a 90° tra loro, per verificare l'effettiva copertura.

Figura 10: misura dell'angolo di copertura.

ducendo al minimo il tempo di attesa su questo bus.

Il codice

Il codice sorgente, aggiornato all'ultima versione, è disponibile come open source su Google code, si veda il riferimento **[3]**.

UN HARDWARE ALTERNATIVO

Questa soluzione hardware prevede l'utilizzo della parte analogica e di potenza di un circuito già esistente, risolvendo molti problemi per niente banali. L'MCU aggiunta si occupa di gestire i dispositivi già presenti nella scheda originale.
Nulla vieta di usare la stessa logica ma con un circuito diverso, progettato ad hoc o come rielaborazione dei numerosi circuiti che si trovano in Rete.
Un ottimo circuito, molto usato da anni, è quello del già citato SRF08 di Devantech. Lo schema di questo circuito è pubblicato in Rete e usa alcune soluzioni molto ingegnose. La differenza principale è nell'utilizzo di due capsule, una che riceve e l'altra che trasmette, arrivando così a una distanza minima di 3 cm.
La capsula trasmittente è alimentata sfruttando la caratteristica di moltiplicatore di tensione del MAX232 (driver che converte i livelli della seriale TTL a quelli della RS232). In questo modo si ottiene una tensione di 24V picco-picco. Il resto del circuito è piuttosto tipico: un operazionale per amplificare il segnale ricevuto e un potenziometro digitale per regolarne il guadagno, e quindi la sensibilità. Questo può essere eliminato modificando la soglia del comparatore, semplificando ulteriormente il circuito.

OTTIMIZZAZIONE DEL CAMPO DI MISURA

Il datasheet della capsula indica la sua direttività:

```
Directivity (deg) X-axis 115±15
```

Questo provocherebbe alcuni problemi nella disposizione delle quattro capsule in dimensioni contenute: sarebbe impossibile capire su quale lato è l'ostacolo.
Per capire esattamente come installare le capsule, ho fatto alcune prove su un

Figura 11: simulazione della sovrapposizione degli angoli di copertura dei quattro sensori.

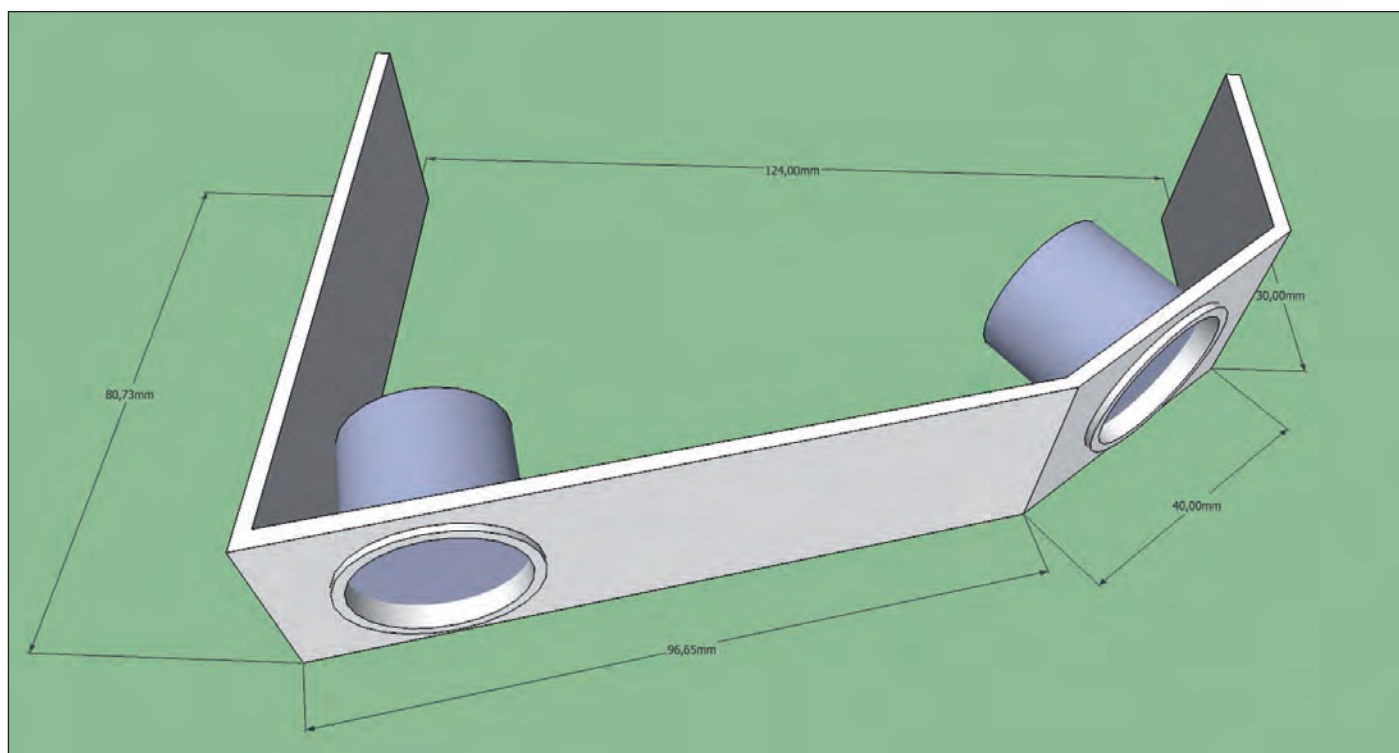



Figura 12: il supporto che permette di montare le capsule con la giusta inclinazione.

mockup di cartone del robot che dovrà ospitare questi sensori **(figura 9)**.
Con la configurazione impostata nel circuito descritto, quindi anche con quell'esatta sensibilità, l'oggetto è rilevato solamente entro l'angolo che si può vedere nella **figura 10**. Il triangolo risultante ha il cateto di 77,5 cm e l'ipotenusa di 85 cm, l'angolo è perciò = ARCCOS(77,5 / 85) = 24,25°, molto più stretto di come indicato nel datasheet. Questo cambia molte cose.
Con una semplice simulazione realizzata con Google SketchUp **(figura 11)**, ho trovato la giusta inclinazione da dare a ogni sensore per ottenere il risultato migliore.

```
LL = -40° (Left-Left)
CL = -15° (Center-Left)
CR = +15° (Center-Right)
RR = +40° (Right-Right)
```

Ciò comporta una copertura totale di 130° (da –65° a +65°) con diverse zone di intersezione. In questo modo è possibile, tramite software, capire in quale delle sette differenti zone si trova l'ostacolo. Basta confrontare a coppie due sensori adiacenti e verificare se entrambi rilevano l'oggetto a distanze simili.
Se, ad esempio, un oggetto è rilevato solo da LL, possiamo considerarlo a un angolo di –52°. Se solo da CL, lo consideriamo a –12°. Se è rilevato da entrambi e d = abs (distLL – distCL) < 10 cm possiamo dire che l'ostacolo è a –27°. E così via con tutte le altre coppie.
In **figura 12** si vede il dettaglio del supporto che, installato come in **figura 13**, permette di ottenere le inclinazioni necessarie.

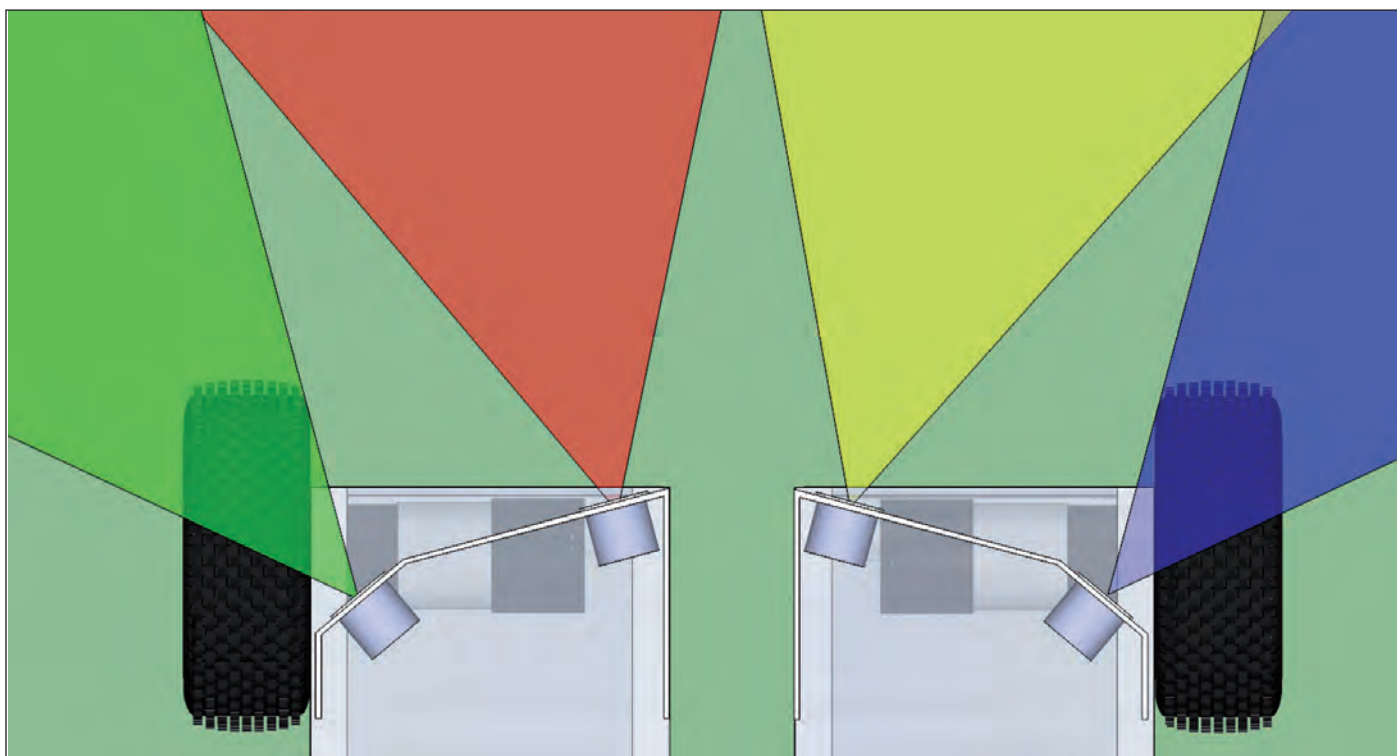



Figura 13: come montare i sensori per avere la copertura indicata in precedenza.

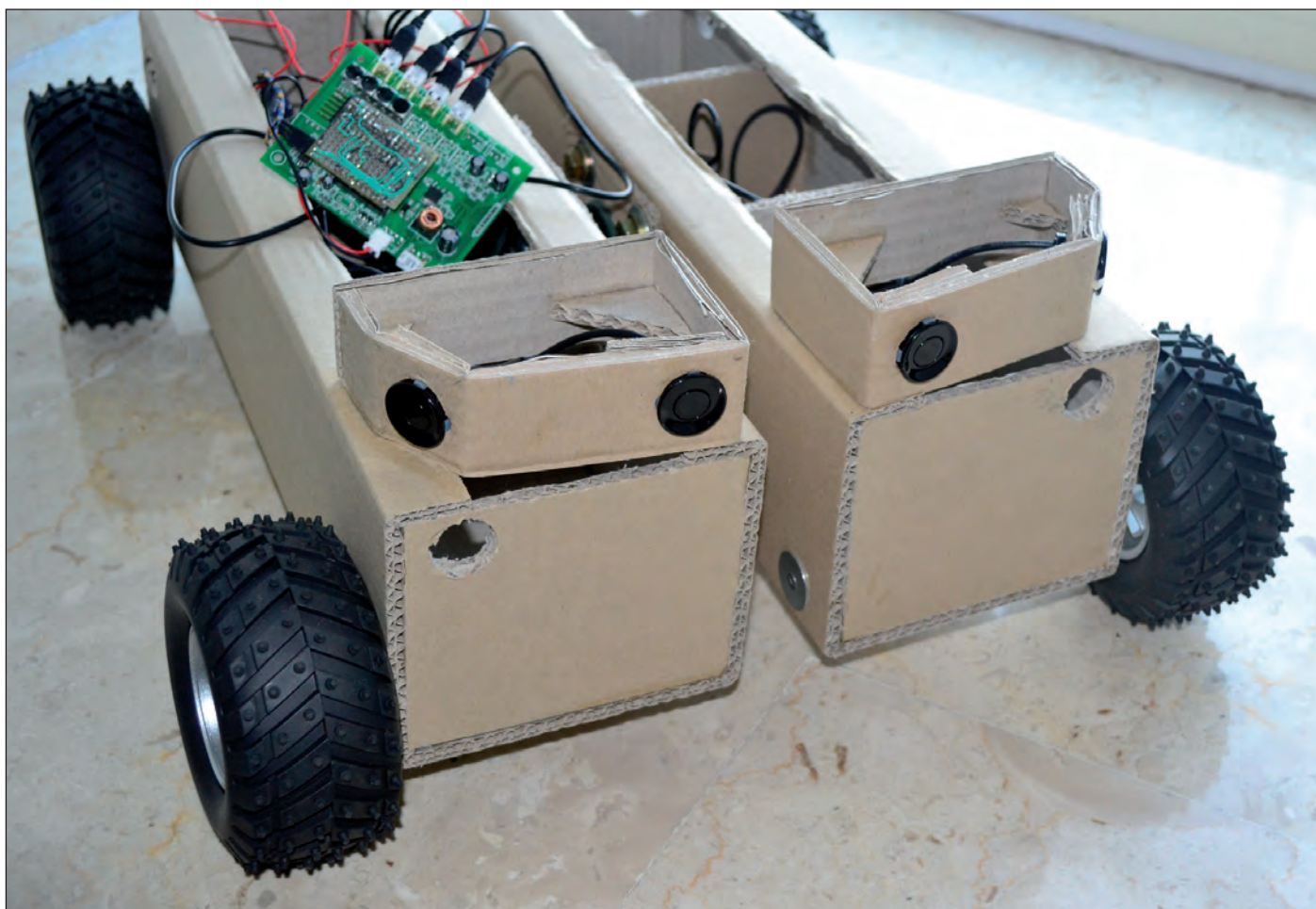



Figura 14: il mockup che ho usato per le prove. Una specie di "prototipazione rapida" in cartone.

CONCLUSIONI

Dopo le simulazioni era necessario effettuare alcune prove pratiche. Usando ancora una volta il mockup di cartone ho potuto confermare la teoria e provare anche come si comportano i sensori ultrasonici con oggetti di diverse forme, dimensioni e materiali.
Durante le prove infatti ho avuto modo di verificare come i sonar rilevano gli oggetti.
Ho provato con stoffa, oggetti cilindrici, scatole lucide, irregolari, ombrelli ecc.:

- se la stoffa è molto morbida, non la rileva affatto;
- un oggetto cilindrico non dà problemi;
- una scatola irregolare nemmeno;
- una scatola lucida e regolare, posta secondo un preciso angolo, diventa "stealth", non viene vista. Immagino che rifletta il suono con un angolo tale da non ritornare ai sensori;
- l'ombrellino è rilevato benissimo, anche appoggiato a terra in orizzontale vicino al robot.

Con la sensibilità che ho impostato ottengo un range pratico di circa 150 cm. Questo mi permette di lavorare bene anche in ambiente chiuso, con mobili e altri oggetti intorno e con le pareti non molto lontane, oltre al pavimento che potrebbe rientrare in visibilità.
L'altezza da terra che si vede in **figura 14** sembra buona, non vedo il pavimento ma rivelo oggetti anche bassi. Il risultato che avevo in mente è stato pienamente raggiunto. ❑

CODICE MIP 2824004

PER approfondire...

[1] http://www.futurlec.com/Datasheet/Sensor/14C01.pdf

[2] http://www.alldatasheet.com/

[3] http://code.google.com/p/quadsonar/

di ADRIANO GANDOLFO

Robot COMANDATO DA smartphone Android

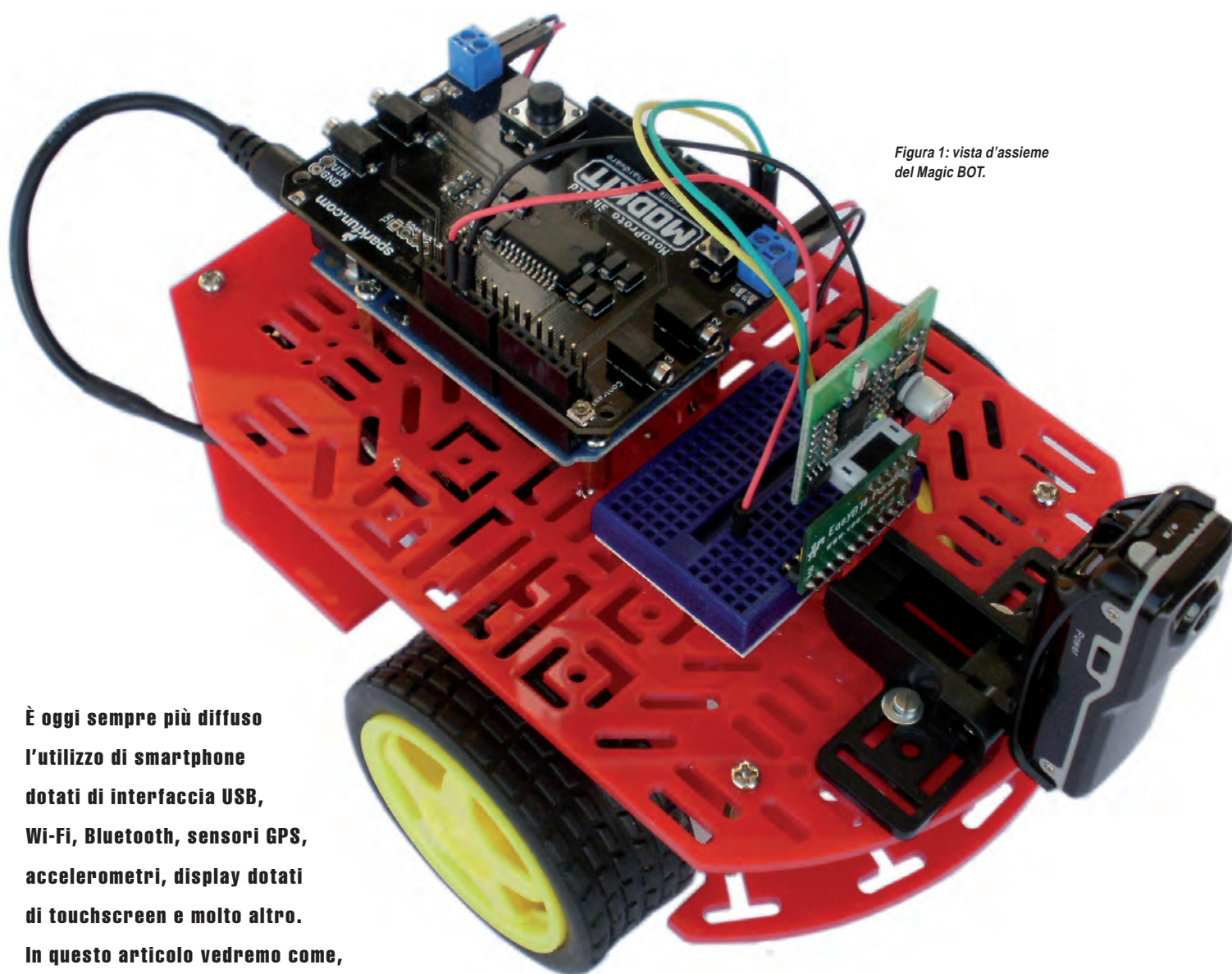



Figura 1: vista d'assieme del Magic BOT.

È oggi sempre più diffuso l'utilizzo di smartphone dotati di interfaccia USB, Wi-Fi, Bluetooth, sensori GPS, accelerometri, display dotati di touchscreen e molto altro. In questo articolo vedremo come, utilizzando uno smartphone con sistema operativo Android, potremo comandare un piccolo robot tramite un collegamento Bluetooth

Il progetto presentato in quest'articolo permetterà di realizzare un piccolo robot, a cui ho dato il nome di Magic BOT **(figura 1)**, dotato di videocamera a colori che si muoverà tramite uno smartphone con sistema Android connesso tramite un collegamento Bluetooth.
Questo progetto può definirsi un'aggiornamento alle nuove tecnologie di un mio precedente progetto presentato sul numero 305/306 di "Fare Elettronica", pubblicato a novembre 2010, che illustrava come realizzare un collegamento wireless mediante Bluetooth tra un robot Boe-Bot connesso a un PC oppure un telefono cellulare.
In questo progetto il controllo invece sarà fornito utilizzando una semplice applicazione che permette il controllo con tasti virtuali visibili sullo schermo touchscreen oppure tramite l'accelerometro presente all'interno dello smartphone stesso **(figura 2)**.

Figura 2: schema del collegamento Bluetooth.

COMPONENTI DEL ROBOT

Analizziamo prima di tutto le parti che compongono il nostro robot.

- telaio Magician Chassis;
- scheda Arduino UNO R3;
- Shield Modkit MotoProto;
- microtelecamera CMOS;
- modulo Easy Bluetooth.

Per il controllo del robot sarà poi necessario:

- smartphone con OS Android;
- applicazione BlueStick Control

TELAIO BASE DEL ROBOT

Il robot Magic BOT è basato sul telaio Magician Chassis (dimensioni: 110 x 174 mm), una piattaforma robot prodotta da DAGU Hi-Tech Electronic Co., LTD.
Il kit **(figura 3)** comprende tutti i componenti necessari, le piastre del telaio sono in materiale acrilico rosso con una vasta gamma di fori di montaggio per i sensori, controllori, alimentazione ecc.
Sono compresi due motoriduttori con ruote da 65 mm e una ball-caster posteriore, un portabatterie per 4 batterie tipo AA con terminazione jack.

Figura 3: componenti del kit Magician Chassis.

Le caratteristiche principali

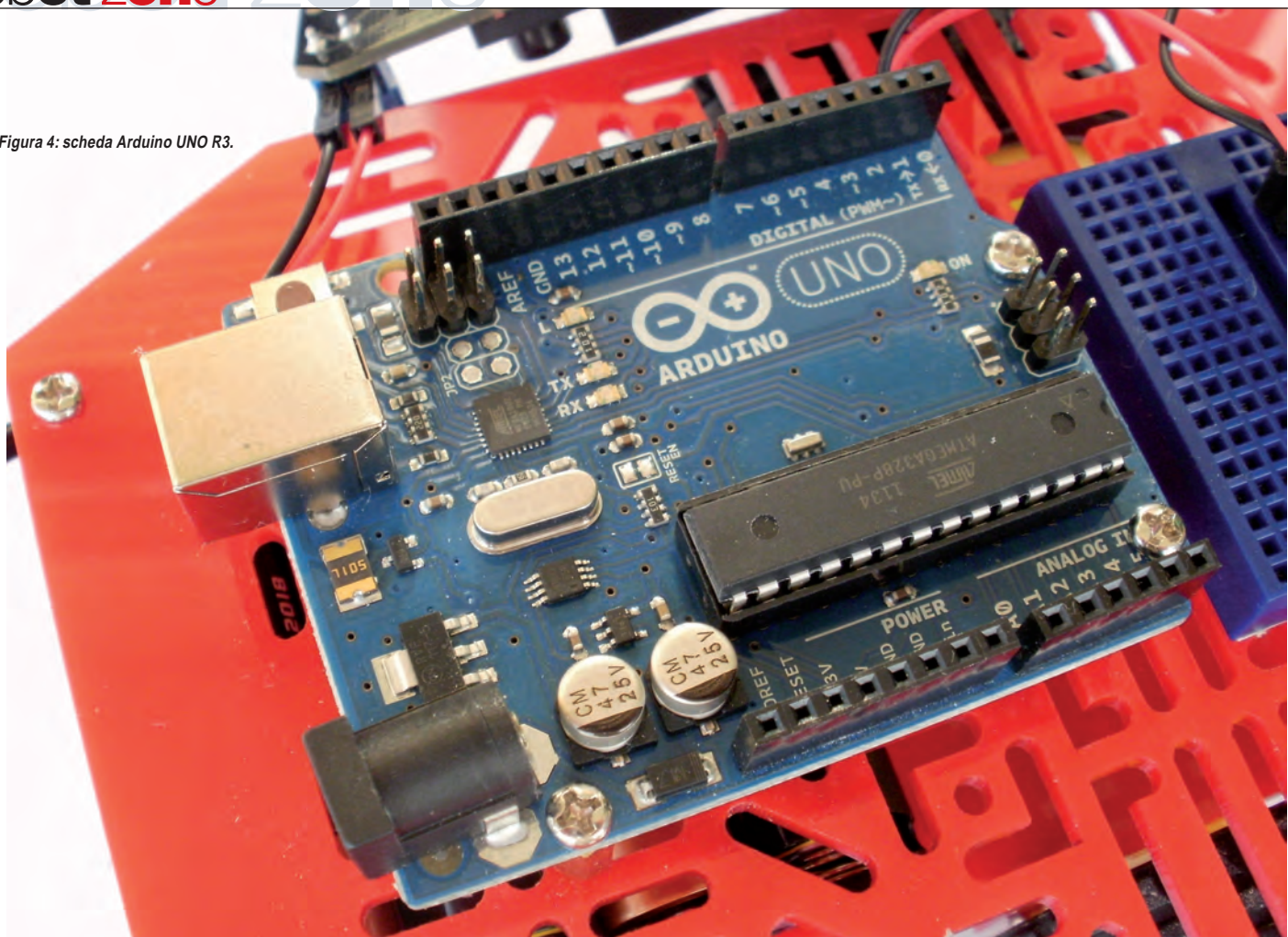
- Massima alimentazione Motore: 6VDC;
- velocità a vuoto: 90 ± 10 RPM;
- assorbimento di corrente a vuoto : 190 mA (max. 250 mA);
- coppia: 800 gf.cm;
- corrente di stallo: ~ 1°;
- ruote diametro 65 mm (30 mm di larghezza);
- cerchi con gomme di plastica piene.

L'assemblaggio del robot

L'assemblaggio del robot è molto semplice, in quanto basta avvitare assieme le due piattaforme pre-tagliate, fissare i motori e la ball-caster; per le varie operazioni occorre fare riferimento al foglio delle istruzioni presente nel kit.

SCHEDA DI CONTROLLO

La scheda di controllo del robot è rappresentata da un'Arduino UNO R3 **(figura 4)** che è un aggiornamento della precedente versione Arduino UNO e rispetto alla precedente aggiunge due pin (SDA e SCL) vicino ad AREF.
Vi sono anche due nuovi pin vicino a

Figura 4: scheda Arduino UNO R3.

quello di reset: uno è IOREF, che permette agli shield di adattare la tensione fornita dalla scheda. L'altro non è connesso ed è riservato per utilizzi futuri. La R3 funziona con tutti gli shield realizzati per le versioni precedenti.
La scheda è sempre basata sul microcontrollore ATmega328, dotato di 14 pin di input/output digitali (6 dei quali possono essere usati come segnali PWM), 6 input analogici, un quarzo a 16 MHz, un connettore USB, un jack per l'alimentazione, un connettore per la programmazione ICSP e un pulsante per il reset della scheda.
La scheda inoltre fornisce tutto ciò che è necessario per supportare il funzionamento del microcontrollore.
Per la programmazione e il dialogo con il PC essa utilizza un ATmega16U2 al posto dell'ATmega 8U2 presente sulle precedenti versioni di Arduino UNO.
Questo chip funge da convertitore USB/seriale (sulle versioni precedenti, come la Duemilanove, era invece presente un FTDI 232). Il nuovo chip presente sulla R3 consente un transfer rate maggiore e un maggior quantità di memoria disponibile sul chip convertitore USB/seriale.

Il processore

Il cuore della scheda Arduino UNO è rappresentato dal processore ATMEGA328 **(figure 5-6)** un microcontrollore ad alte

Figura 5: dettaglio sezione processore ATMaga328.

Figura 6: processore ATMEGA328.

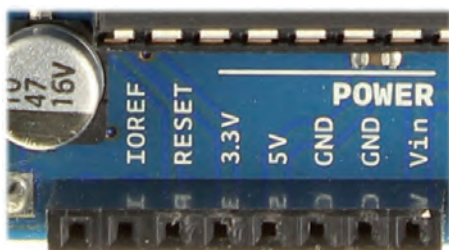



Figura 7: connettore POWER.

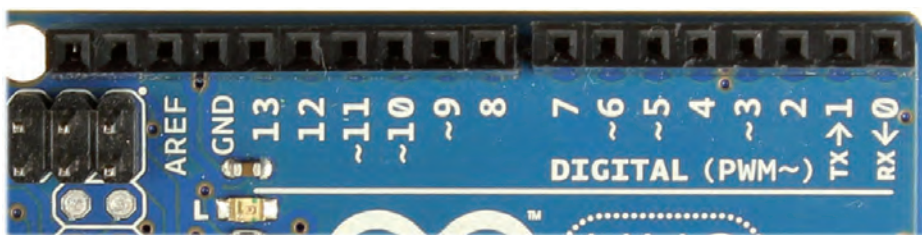



Figura 8: connettore pin digitali.

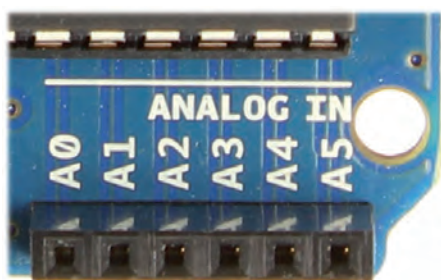



Figura 9: connettore pin analogici.

prestazioni con bus a 8 bit prodotto da Atmel con architettura di tipo RISC (acronimo di Reduced Instruction Set Computer). Le caratteristiche salienti di questo processore sono:

- memoria flash da 32 kB ISP con possibilità di lettura/scrittura;
- memoria EEPROM da 1kB;
- memoria SRAM da 2 kB;
- 23 porte general purpose di I/O;
- 32 registri di lavoro general purpose;
- tre pratici timer / contatori con modalità di confronto;
- possibilità di interrupt esterni e interni;
- una seriale USART programmabile;
- un'interfaccia seriale a 2 fili compatibile I^2C;
- una porta SPI seriale;
- 6 convertitori A/D a 10 bit;
- timer watchdog programmabile con oscillatore interno;
- cinque modalità di risparmio energetico selezionabili via software;
- tensione di funzionamento compresa tra 1,8 e 5,5 volt.

La memoria

Il microcontrollore ATmega328 dispone di 32 kB di memoria di programma, della quale 0,5 kB sono usati per il bootloader, abbiamo poi di 2 kB di SRAM (Static Random Access Memory) e 1 kB di EEPROM che possiamo leggere o scrivere utilizzando la EEPROM library.

I pin del connettore POWER

Tutte le tensioni sono disponibili sui pin del connettore POWER **(figura 7)**.

- Vin - restituisce la tensione applicata dall'alimentatore al plug e può essere usato per alimentare altri circuiti che dispongano già di un regolatore di tensione (ad esempio gli shield applicati al modulo);
- GND - è il contatto di massa (GND).
- 5 V - fornisce 5 volt prelevati dall'uscita del regolatore interno ed è utile per alimentare altri circuiti compatibili con 5 volt;
- 3,3 V - questo pin fornisce 3,3 volt ricavati dal regolatore corrispondente e consente di alimentare circuiti compatibili con tensioni di 3,3 volt (la massima corrente prelevabile è di 150 mA);
- Reset - portando questa linea a livello basso permette di resettare il microcontrollore. Generalmente utilizzato per aggiungere un pulsante di reset sugli shield esterni. La funzione corrispondente può essere attivata anche tramite il pulsante presente sulla scheda Arduino.
- IOREF - consente agli shield di adattarsi alla tensione fornita dalla scheda.

I pin del connettore DIGITAL (PWM ~)

Ciascuno dei 14 pin digitali **(figura 8)** presenti sulla Arduino Uno può essere utilizzato indifferentemente come un ingresso o un uscita, utilizzando le funzioni pinMode(), digitalWrite(), e digitalRead(). Le uscite operano a 5 volt e ogni pin può fornire o ricevere un massimo di 40 mA ed è dotato di una resistenza pull-up (sconnessa di default) del valore di 20-50 k . Inoltre, alcuni pin hanno funzioni specializzate:

- pin 0 (RX) e 1 (TX) - possono essere utilizzati per ricezione (RX) e trasmissione (TX) dei dati seriali TTL. Questi sono collegati ai pin corrispondenti della porta USB-TTL del processore ATmega8U2;
- pin 2 e 3 - possono essere configurati come trigger per eventi esterni, come ad esempio il rilevamento di un fronte di salita o di discesa di un segnale in ingresso;
- pin 3, 5, 6, 9, 10 e 11 - possono essere configurati via software con la funzione analogWrite() per generare segnali PWM con risoluzione di 8 bit. Tramite un semplice filtro RC è possibile ottenere tensioni continue di valore variabile;
- pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) - possono essere programmati per realizzare una comunicazione SPI, utilizzando un'apposita libreria SPI;
- Pin 13 - è connesso a un LED interno al-

la scheda, utile per segnalazioni di diagnostica. Quando il livello del pin è HIGH, il LED è acceso, quando il livello del pin è LOW, esso è spento;
- GND - è il contatto di massa (GND);
- AREF - tensione di riferimento per gli ingressi analogici. Utilizzato con analogReference().

I pin analogici

La Uno R3 dispone di 6 ingressi analogici **(figura 9)**, etichettati da A0 ad A5, ognuno dei quali fornisce 10 bit di risoluzione (in pratica 1024 valori diversi). Per impostazione predefinita, essi possono misurare una tensione di 5 V riferita a massa, anche se è possibile cambiare l'estremità superiore del loro intervallo utilizzando il pin AREF e la funzione analogReference().
Inoltre, come per i pin digitali alcuni piedini hanno funzionalità specifiche:
I pin A4 (SDA) e A5 (SCL) permettono di realizzare una comunicazione nello standard I^{2}C a due fili, in abbinamento alla libreria Wire.

SCHEDA CONTROLLO MOTORI

Per il controllo dei due motoriduttori di cui è dotato il robot la scelta è caduta sullo Shield Modkit MotoProto **(figura 10)** che oltre al controllo di due motori DC, permette il collegamento di 4 sensori con uscita analogica e di un display LCD 16x2 caratteri. Le prese accettano cavi sensore muniti di jack del tipo stereo del diametro di 2,5 mm e forniscono l'accesso a VCC, GND e ingresso analogico.
I sensori utilizzabili devono essere dotati di uscita analogica come: sensori di linea, sensori di distanza a ultrasuoni, sensori di luce ecc.
C'è anche un pulsante programmabile di grandi dimensioni e un connettore I^{2}C per collegare sensori più avanzati, come un accelerometro.
Il circuito pilota del motore è basato sull'integrato H-bridge L298 che può pilotare motori con assorbimento sino a 2 A per canale. La scheda è alimentata dalla stessa linea Vin proveniente dalla scheda Arduino, include alcuni LED blu e giallo per indicare la direzione attiva, e tutte le linee in uscita sono protette da diodi Schottky.
Il circuito pilota display prevede la modalità a 4 bit (DB4…DB7), modalità che permette di collegare solo 7 pin, invece di 11.
La scheda andrà installata sopra la sche-

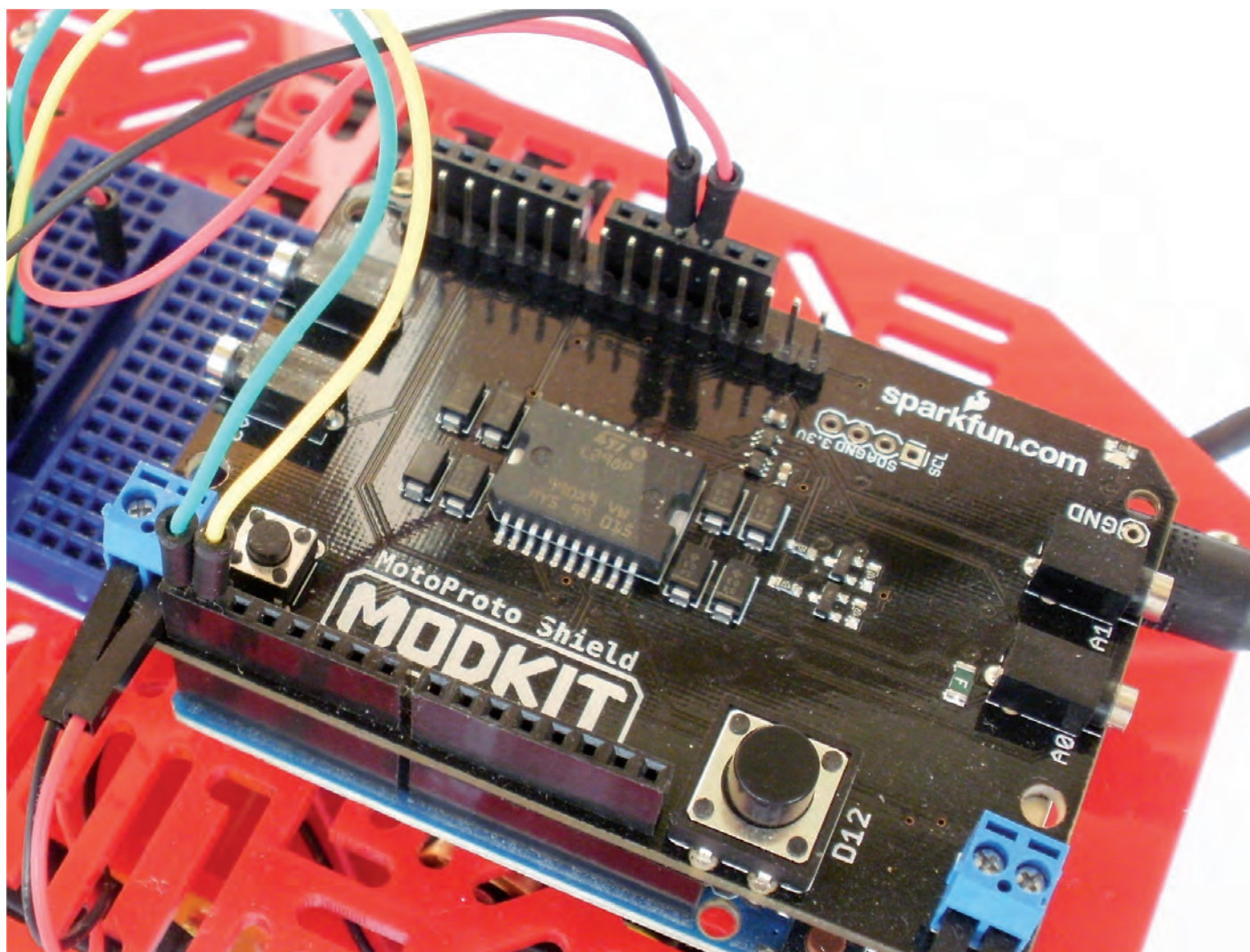



Figura 10: scheda motore Shield Modkit MotoProto.

da Arduino controllando l'orientamento. Si collegheranno poi i cavi provenienti dai motori alle morsettiere presenti.

MICROTELECAMERA CMOS

La minuscola videocamera montata sul robot **(figura 11)** dispone di una microtelecamera CMOS a colori, un microfono, un pulsante di rec/stop, un interruttore on/off, una batteria ricaricabile (interna) agli ioni di litio e una porta USB per lo scarico dei video e la ricarica della batteria **(tabella 1)**. È in grado di creare un video nel formato AVI con risoluzione 640x480 pixel. Le immagini riprese dalla telecamera vengono salvate direttamente su micro SD card (max. 8 GB) inserita nell'apposito slot. Si collega al PC tramite porta USB e viene rilevato come unità di memoria esterna removibile con possibilità di trasferimento dei file con un semplice "Copia e Incolla".

IL MODULO BLUETOOTH

Il modulo Bluetooth utilizzato è denominato "Easy Bluetooth" **(figura 12)** è formato da due piccole schede: il modulo RBT-001 e una scheda SIP, entrambe sono realizzate da RoboTech srl, e commercializzate da Parallax INC.
La scheda RBT-001 **(figura 13)** ha le dimensioni di 29x29 mm, il suo "cuore" è un chip LMX9830A. Il modulo è un dispositivo Bluetooth di classe 2.

TABELLA 1

DESCRIZIONE	VALORE
Pixel	2.0 Mega color CMOS
Angolo di ripresa	62°
Illuminazione minima	1 Lux (min)
Capacità batteria	260 mAH
Consumo di corrente	120 mA / 3,7 V (max)
Temperatura d'immagazzinamento	Tra –20 °C e + 80 °C
Temperatura operativa	Tra –10 °C e + 50 °C
Umidità operativa	15-85% RH
Tipo di memoria	Micro SD Card (TF Card)
Capacità SD	Max 8 GB Micro SD Card
Funzioni video e formati	Video decode use motion JPEG,recording for AVI format. VGA (640*480@30frame/secondo)
USB Jack	USB 1.1
Peso	circa 50 g
Dimensioni	Circa 55x28x20 mm
Sintemi operativi	Windows 98SE/2000/Me/XP/Vista

Tabella 1: caratteristiche della microcamera.

È bene ricordare, però, che l'effettiva distanza coperta e la qualità dei collegamenti dipendono da molti fattori, tra cui la presenza di ostacoli o di disturbi elettromagnetici e dal dispositivo utilizzato come controparte nella connessione.
Nella pratica, un collegamento tra due dispositivi "classe 2" in campo aperto può avvenire anche a una distanza di una trentina di metri.
Il modulo SIP **(figura 14)** ha la funzione di interfaccia; sulla basetta è presente un integrato regolatore di tensione e uno per la traslazione dei livelli delle porte TX-RX dai livelli TTL a +5V a quelli del modulo RBT-001 a +3V.

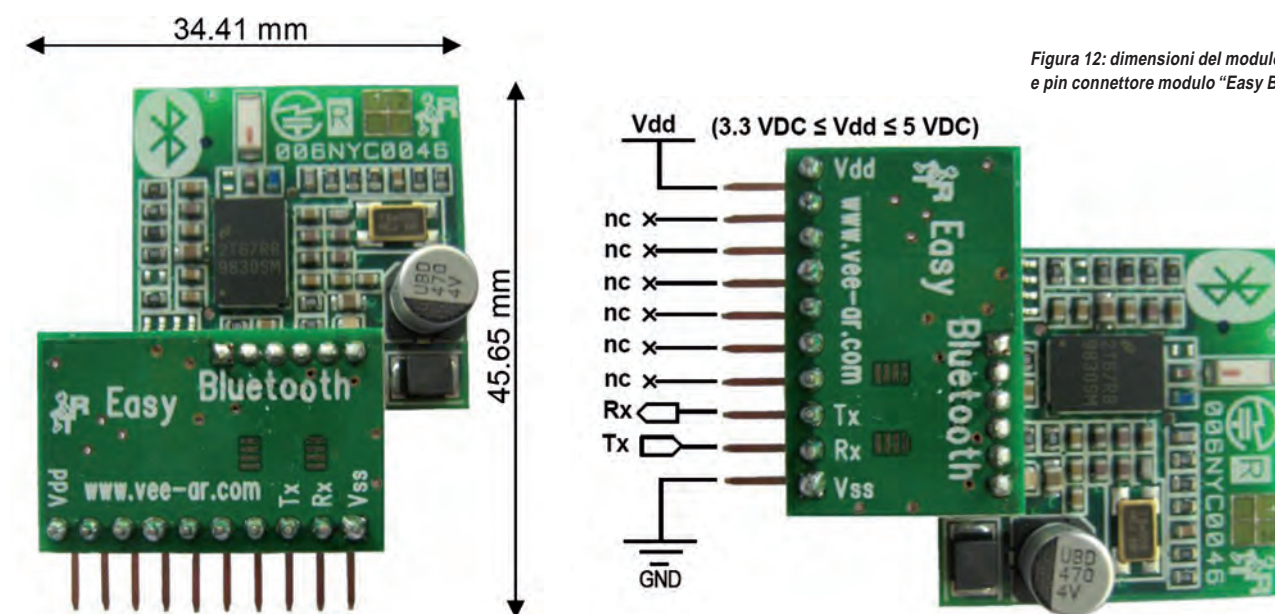



Figura 12: dimensioni del modulo e pin connettore modulo "Easy Bluetooth".

La piedinatura è riportata nella **tabella 2**.

Figura 11: microtelecamera CMOS.

Caratteristiche

Le maggiori particolarità del modulo si possono così riassumere:

- compatibile con le specifiche del protocollo Bluetooth 2.0;
- certificato come prodotto finale;
- compatibile verso il basso con dispositivi Bluetooth 1.x;
- distanza di funzionamenti sino a 30 m (classe 2);
- consumo di potenza molto limitato;
- supporto dei comandi e dei dati UART con un baudrate di 921.6K;
- supporta i profili GAP, SDAP, SPP;
- antenna integrata on chip;
- supporta l'Adaptive Frequency Hoping (AFH) e la coesistenza con 802.11 (standard reti wlan);
- dimensioni ridotte, 29 x 29 mm.

Installazione del modulo Easy Bluetooth

L'installazione del modulo Easy Bluetooth avviene tramite una piccola breadboard fissata al telaio superiore utilizzando il biadesivo già presente sulla scheda stessa. A questo punto si inserirà il modulo **(figura 15)** e si effettueranno i collegamenti volanti seguendo le indicazioni della **tabella 3**.

Sono sufficienti 4 cavi: alimentazione, massa, collegamento seriale TX e RX.

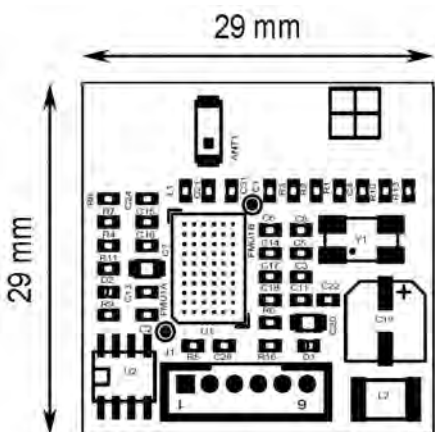
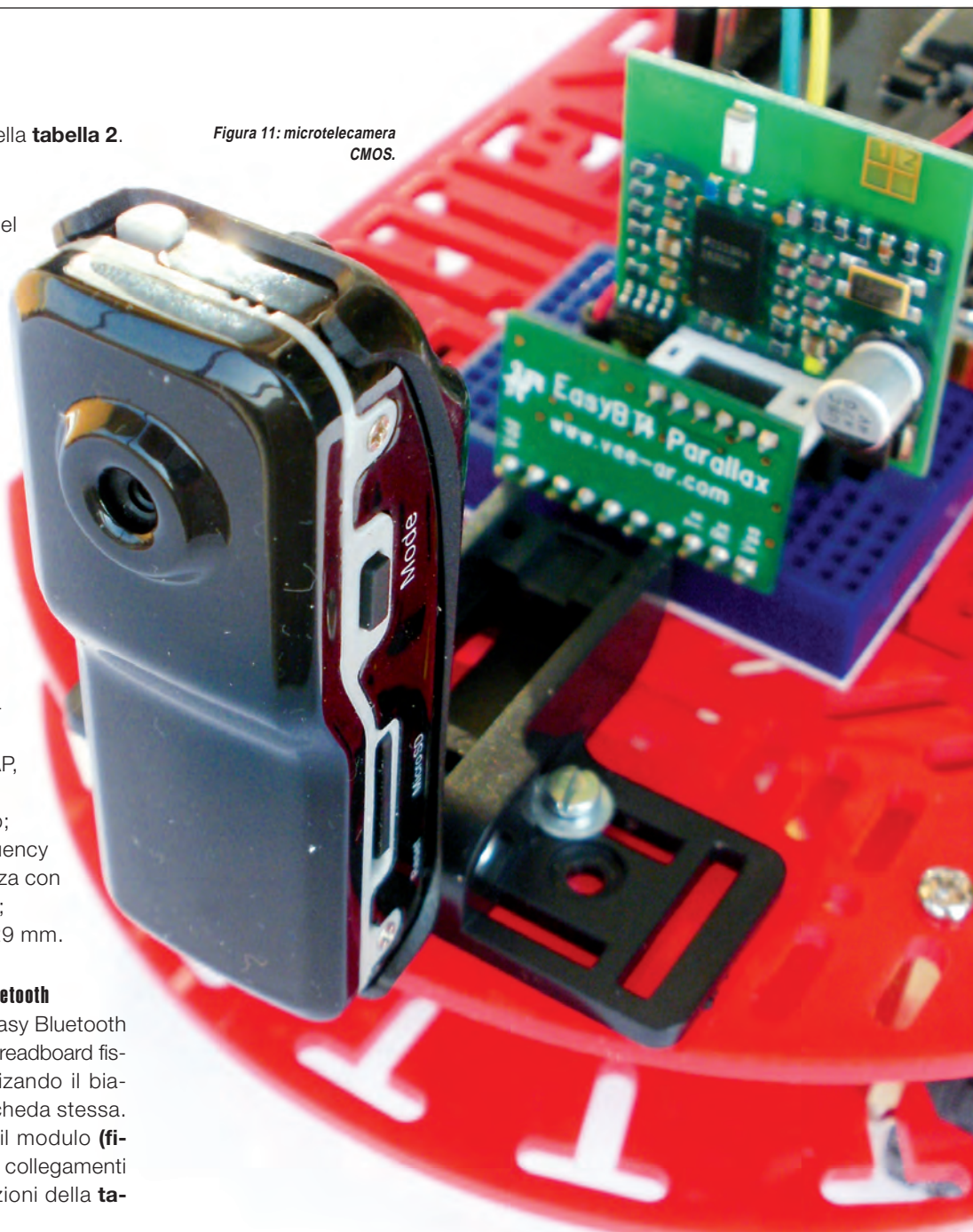



Figura 13: la scheda RB-001.

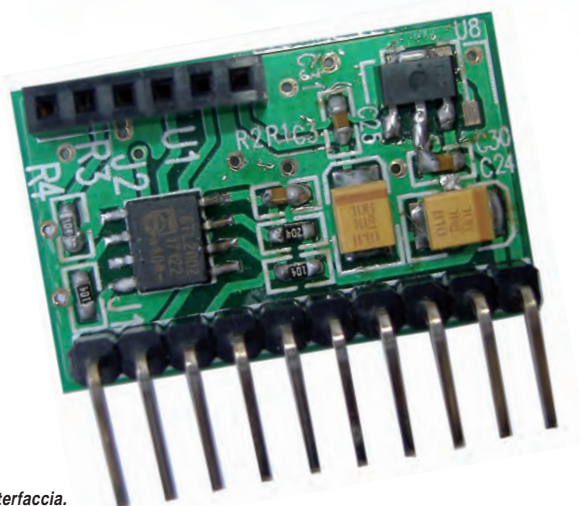



Figura 14: scheda interfaccia.

TABELLA 2

NUMERO PIN	NOME PIN	TIPO (INPUT/OUTPUT)	DESCRIZIONE
1	VSS	-	Pin di massa
2	RX	I	Pin di ricezione dati seriale (livello TTL)
3	TX	O	Pin di trasmissione dati seriali (livello TTL)
4	NC	-	Non collegato
5	NC	-	Non collegato
6	NC	-	Non collegato
7	NC	-	Non collegato
8	NC	-	Non collegato
9	NC	-	Non collegato
10	VDD	I	Pin di alimentazione da +3,3 a +5,5 max

Tabella 2: definizione dei pin del modulo.

LO SMARTPHONE

Terminato il montaggio del robot passiamo ad analizzare lo smartphone, che potrà essere di qualsiasi modello, dotato di sistema Android versione 2.1 o superiore.
Uno smartphone (letteralmente "telefono intelligente") è un dispositivo mobile che abbina funzionalità di telefono cellulare a quelle di gestione di dati personali.
Può derivare dall'evoluzione di un PDA (Personal Digital Assistant) a cui si aggiungono funzioni di telefono o, viceversa, di un telefono mobile a cui si aggiungono funzioni di PDA.
La caratteristica più interessante degli smartphone è la possibilità di installarvi ulteriori applicazioni (app), che aggiungono nuove funzionalità. Questi programmi possono essere sviluppati dal produttore dello smartphone, dallo stesso utilizzatore o da terze parti.
Il primo smartphone, chiamato Simon **(figura 16)**, è stato progettato da IBM e presentato come protipo nel 1992 al COMDEX e immesso sul mercato nel 1994.
Oltre alle normali funzioni di telefono, esso incorporava calendario, rubrica, orologio, calcolatrice, blocco note, gestione e-mail e giochi. Era dotato di una penna a stilo per scrivere direttamente sullo schermo.
Tra le funzionalità di uno smartphone, oltre a quella di telefono, si aggiungono la connessione dati, ovvero l'accesso a Internet, la gestione della posta elettronica, la pianificazione delle attività, la fotocamera, rubrica e contatti personali, registratore e riproduttore audio-musicale.
Spesso sono disponibili la navigazione satellitare con GPS e la compatibilità con i più comuni formati di file.
Le tipologie di connessioni possono essere GSM, GPRS, EDGE, UMTS, HSDPA, HSUPA, oltre alle tecnologie Bluetooth e Wi-Fi per le comunicazioni con altri dispositivi.
Alcune di queste funzionalità aggiuntive sono rese possibili dall'integrazione nel dispositivo mobile di sensori quali accelerometro, magnetometro, sensore di prossimità ecc.
I sistemi operativi più usati per gli smartphone sono: Android, Apple iOS, BlackBerry OS (RIM), Windows Phone, Symbian OS.

Figura 15: installazione del modulo.

IL SISTEMA OPERATIVO ANDROID

Android è un sistema operativo open source per dispositivi mobili, basato sul kernel 2.6 di Linux, il "rivale" di Windows.
A livello tecnico, la piattaforma open source Android è di fatto uno stack, ovvero un set di sottosistemi software, basato sul kernel Linux il quale è composto da applicazioni Java che vengono eseguite su uno speciale framework, basato anch'esso su Java e orientato agli oggetti, a sua volta eseguito su un nucleo costituito da librerie Java eseguite tramite la macchina virtuale Dalvik, specifica per dispositivi mobili, dotata di compilatore just-in-time (JIT).
Diversi sono i componenti che compongono le librerie, sviluppate in linguaggio C: un surface manager, un framework multimediale OpenCore, un sistema a database relazionali SQLite, API grafiche 3D OpenGL ES 2.0, un motore grafico e di layout basato su WebKit, un motore grafi-

Figura 16: lo smartphone Simon.

Figura 17: il logo del sistema operativo Android.

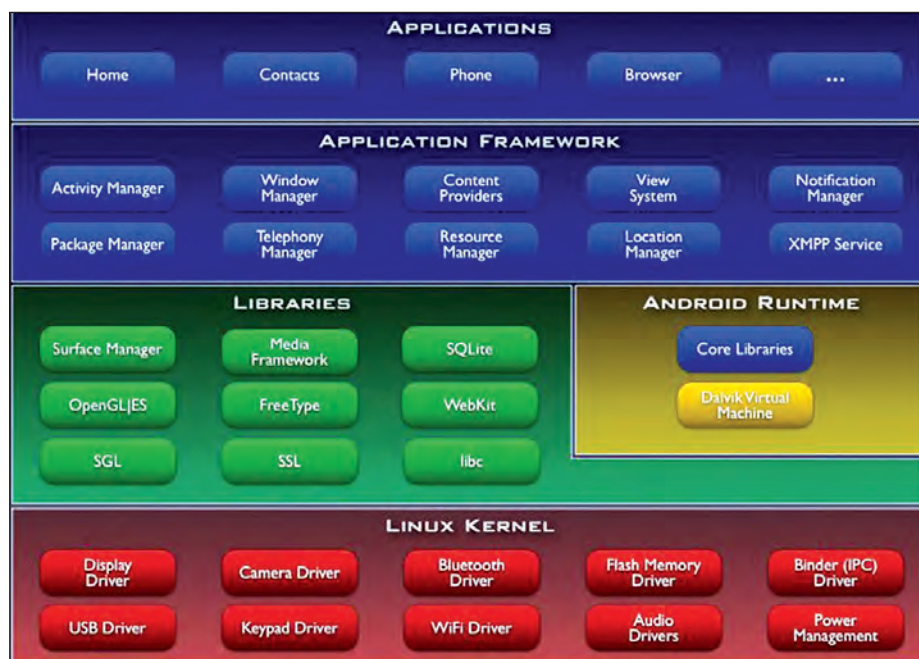



Figura 18: schema a blocchi sistema operativo Android.

TABELLA 3

NUMERO PIN EASY BLUETOOTH	NUMERO PIN ARDUINO/MODIKIT	FUNZIONE	DESCRIZIONE
1	GND	VSS	Pin di massa
2	1 (TX)	RX	Pin di ricezione dati seriale
3	0 (RX)	TX	Pin di trasmissione dati seriali
10	+5V	VDD	Pin di alimentazione +5 V

Tabella 3: collegamento scheda controllo a modulo Bluetooth.

co SGL, SSL e una libreria libc Bionic, libreria standard per C basata in gran parte su BSD.
Una delle caratteristiche più evidenti di Android è il fatto che le sue diverse versioni sono indicate a livello ufficiale con un numero di versione secondo gli standard informatici ma che, alla fine, vengono di preferenza distinte per il proprio "codename", tradizionalmente ispirato alla pasticceria e rigorosamente in ordine alfabetico: 1.0 Apple Pie, 1.1 Banana Bread, Cupcake (Android 1.5), Donut (1.6), Eclair (2.0/2.1), Froyo (ossia Frozen Yogurt, 2.2), Gingerbread (2.3/2.4), Honeycomb (3.0), Ice Cream Sandwich e così via.
Android fu sviluppato inizialmente nel 2003 da una startup californiana di nome Android, Inc., fondata da Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears e Chris White. Siamo agli inizi del nuovo millennio, e gli smartphone più evoluti sono quelli prodotti da Palm **(figura 19)** e quelli con a bordo Windows Mobile.
In questo scenario, la visione di Andy Rubin era creare un sistema operativo aperto, basato su Linux, conforme agli standard, con un'interfaccia semplice e funzionale che mettesse a disposizione degli sviluppatori strumenti efficaci per la creazione di applicazioni. E soprattutto, a differenza di tutti gli altri sistemi operativi sul mercato, la sua adozione doveva essere gratuita.
La svolta arriva nel luglio del 2005 quando Google acquista Android, Inc. trasformandola nella Google Mobile Division, con a capo sempre Andy Rubin. L'acquisizione fornì a Rubin i fondi e gli strumenti per portare avanti il suo progetto. Il passo successivo fu la fondazione, nel novembre dello stesso anno, della Open Handset Alliance (OHA).
L'Open Handset Alliance, capeggiata da Google, è formata da 35 membri fra cui troviamo operatori telefonici come Vodafone, T-Mobile, Telecom Italia; produttori di dispositivi mobili come HTC, Motorola, Samsung; produttori di semiconduttori come Intel, Texas Instruments, Nvidia; compagnie di sviluppo software e di commercializzazione. Il loro scopo è di creare standard aperti per dispositivi mobili.
Al momento del lancio, Android presentava un numero molto ridotto di applica-

Figura 20: smartphone T-Mobile G1, il primo in commercio a usare Android.

Figura 21: icona dell'applicazione BlueStick Control.

Figura 19: smartphone Palm con sistema Windows Mobile.

zioni: un browser basato su webkit, una rubrica e un calendario sincronizzati con gmail e poco altro. Il primo smartphone Android vede la luce nel 2008 ed è il T-Mobile G1 **(figura 20),** il cellulare è dotato di schermo touchscreen da 3,2 pollici con risoluzione HVGA (320x480 pixel), una fotocamera da 3,2 megapixel con messa a fuoco automatica, Bluetooth e una memoria interna di circa 200 MB espandibile con microSD fino a 16 GB.
Le principali versioni di Android sono:
1.0 Apple Pie
1.1 Banana Bread
1.5 Cupcake
1.6 Donut
2.0 Eclair
2.2 Froyo
2.3 Gingerbread
3.0 Honeycomb
4.0 ce Cream Sandwich

Attualmente l'ultima versione è la 4.0.3 "Ice Cream Sandwich" del 17 dicembre 2011

APPLICAZIONE PER SMARTPHONE

L'applicazione utilizzata per il comando del robot Magic BOT si chiama BlueStick Control, ed è realizzata da Inex Robotics. Si tratta di un'applicazione FREE per Android che può essere scaricata dall'Android market **(figura 21)**.
L'applicazione usa la connessione Bluetooth in Serial Port Profile (SPP) e invia un codice esadecimale al robot secondo quanto indicatoto nella **tabella 4**:
Durante l'uso di questa applicazione, occorre che sullo smartphone sia attiva la connessione Bluetooth, se così non fosse occorrerà far riferimento alle istruzioni del proprio dispositivo per attivarla.
Quindi si dovrà accendere il robot ed effettuare la connessione tra smartphone e robot.

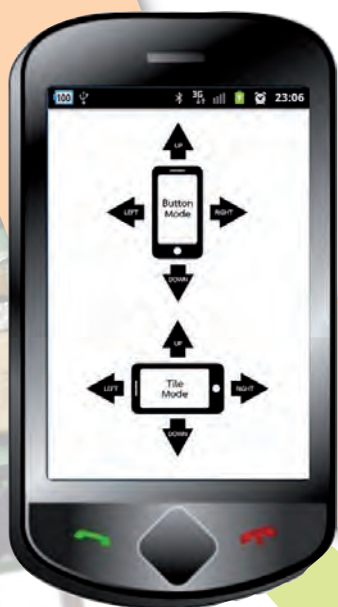



Figura 22: Scelta modalità d'uso.

Figura 24: Tilt Mode.

Figura 23: Button Mode.

LISTATO 1

```
/*
 MagicBOT.pde

 Vengono utilizzati i seguenti pin
 Pin +5V     -> Alimentazione logica
 Pin GND     -> Alimentazione
 Pin Vin     -> Alimentazione motori
 Pin 0       -> RX Modulo Bluetooth
 Pin 1       -> TX Modulo Bluetooth
 Pin 2       -> Direzione Motore A
 Pin 3       -> PWM - Velocità Motore A
 Pin 4       -> Direzione Motore B
 Pin 5       -> PWM - Velocità Motore B
*/

int M1_PWM = 3;  //PWM motore 1 - pin
digitale 3
int M2_PWM = 5;  //PWM motore 2 - pin
digitale 3
int M1 = 2;   //Direzione per motore 1 -
pin digitale 2
int M2 = 4;   //Direzione per motore 2 -
pin digitale 4

void setup()
{
  Serial.begin(9600); //imposta la por-
ta di comunicazion
  pinMode(M1_PWM, OUTPUT);  //Imposta i
pin come uscite
  pinMode(M2_PWM, OUTPUT);
  pinMode(M1, OUTPUT);
  pinMode(M2, OUTPUT);

 // ferma per default entambi i motori
    digitalWrite(M1_PWM, LOW); //Dis-
abilita motori
   digitalWrite(M2_PWM, LOW);
  delay(500);
 }
void loop(void)
{

  while (Serial.available() < 1) {
  }                          // Attesa un
carattere
  char val = Serial.read();
 // Legge il carattere e lo salva nella
variabile val
  switch(val)
{
   case '8':// esegue la routine Robot
avanti
    robot_avanti ();
    break;
  case '2':// esegue la routine Robot in-
dietro
    robot_indietro ();
    break;
   case '4':// esegue la routine Robot
sinistra
    robot_sinistra ();
    break;
  case '6':// esegue la routine Robot de-
stra
    robot_destra ();
    break;
   case '0':// esegue la routine Robot
fermo
    stop();
    break;
  default:
    stop(); // Ferma il robot
    break;
}
}
void stop(void) //Robot fermo
{
     digitalWrite(M1_PWM, LOW); //Dis-
abilita motori
   digitalWrite(M2_PWM, LOW);
}
void robot_indietro()
{
  digitalWrite(M1, LOW);
  analogWrite(M1_PWM, 255);
  digitalWrite(M2, HIGH);
  analogWrite(M2_PWM, 255);
}
void robot_avanti ()
{
  digitalWrite(M1, HIGH);
  analogWrite(M1_PWM, 255);
  digitalWrite(M2, LOW);
  analogWrite(M2_PWM, 255);
}
void robot_destra ()
{
  digitalWrite(M1, LOW);
  analogWrite(M1_PWM, 255);
  digitalWrite(M2, LOW);
  analogWrite(M2_PWM, 255);
 }
void robot_sinistra ()
{
  digitalWrite(M1, HIGH);
  analogWrite(M1_PWM, 255);
  digitalWrite(M2, HIGH);
  analogWrite(M2_PWM, 255);
 }
```

TABELLA 4

CARATTERE ESADECIMALE	CARATTERE NUMERICO	DIREZIONE DI MOVIMENTO DEL ROBOT
0x30	0	Stop
0x38	8	Avanti
0x32	2	Indietro
0x34	4	Sinistra
0x36	6	Destra

Tabella 4: caratteri inviati dall'app.

Figura 25: sistema WIRC e vista dell'app sul display dello smartphone.

PER *approfondire...*

- http://arexx.com.cn/en/Default.asp - sito del costruttore del telaio robot
- http://www.arduino.cc/ - sito di riferimento per Arduino
- http://www.sparkfun.com/ - sito del produttore scheda motore.
- http://www.parallax.com/ - produttore del modulo Bluetooth
- http://www.android.com/ - sito di riferimento per il sistema Android
- http://www.inexglobal.com/ - sito della ditta che ha creato l'applicazione BlueStick Control
- http://www.android.com/apps/# - sito per trovare applicazioni per smartphone Android
- http://it.wikipedia.org/wiki/Smartphone - informazioni sugli smartphone
- http://it.wikipedia.org/wiki/Android - informazioni sul sistema Android
- http://wirc.dension.com/ - sito del produttore del sistema WIRC
- http://youtu.be/kIK7Zeftc_c - video del robot in uso.

Per comandare il robot si potrà utilizzare una delle due modalità disponibili **(figura 22)** che sono: "Button Mode" **(figura 23)** oppure "Mode Tilt", dove il comando del robot avviene tramite l'inclinazione dello smartphone **(figura 24)**.

PROGRAMMA ROBOT

Per la gestione del robot occorre caricare nellla memoria del processore presente sulla scheda Arduino il programma MagicBOT.pde che potrete scaricare dal sito di "Fare Elettronica", come si vede nel **listato 1**.

Il programma è molto semplice: dopo una prima parte in cui vengono impostati i pin utilizzati, il programma vero e proprio attende dal modulo Bluetooth il ricevimento dei caratteri corrispondenti alle direzioni di spostamento inviati dallo smartphone.

A ognuno è poi associata una sequenza di comandi che impostano il senso e la velocità di rotazione dei motori che viene eseguita dalla scheda controllo motori.

Potete vedere l'uso del robot in questo video:

http://youtu.be/klK7Zeftc_c

POSSIBILI SVILUPPI

Al progetto qui presentato possono essere apportate alcune modifiche, come l'utilizzo di schede diverse da quelle proposte.

Anche il modulo Bluetooth potrà essere un modello diverso giacché ormai il mercato fornisce una svariata scelta di prodotti sempre più innovativi.

Una variazione potrebbe anche essere quella di utilizzare un sistema di comando del robot di tipo Wi-Fi come il kit WIRC **(figura 25)** prodotto da Dension, formato da una WebCam, una penna USB per il Wi-Fi, un controllore al quale esse sono internamente collegate. A quest'ultimo si possono connettere dispositivi di vario tipo a seconda dell'uso che si vuole farne. Il tutto è orientato alla gestione e controllo via Wi-Fi attraverso un'app specificatamente sviluppata da Dension. ❑

CODICE MIP 2823850

IEshop

Lo shop dei prodotti Inware Edizioni...

Sviluppare sistemi analogici

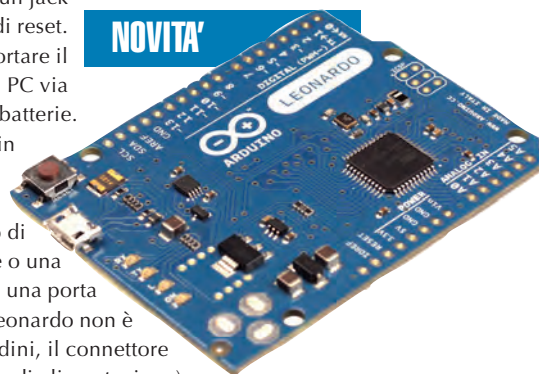
ASLK PRO è stato prodotto da mikroElektronika per Texas Instruments. Questo kit è progettato per fornire a studenti e tecnici una piattaforma per la creazione di sistemi analogici. L'idea principale dietro questo kit è di fornire una piattaforma economica per realizzare quasi qualsiasi sistema analogico utilizzando circuiti integrati general-purpose quali amplificatori operazionali, moltiplicatori analogici. ASLK PRO è fornito di tre amplificatori operazioni general-purpose (TL082) e tre moltiplicatori analogici a larga banda MPY634 di Texas Instruments. Sono inclusi, inoltre, due convertitori-moltiplicatori da digitale ad analogico a 12 bit input-parallelo DAC7821, e un controller DC/DC di tipo buck TPS40200 con ampio ingresso non sincorono e un regolatore a basso droput TPS7250 sempre di Texas Instruments. Una parte della scheda di ASLK PRO è lasciata per la prototipazione generica che può essere usata per la realizzazione di mini progetti.

CODICE: ANSYS-LK-PRO PREZZO: € 168,19

PRIMO PIANO

Arduino Leonardo

Arduino Leonardo è una scheda basata su microcontrollore ATmega32u4. Possiede 20 pin I/O digitali (dei quali 7 possono essere usati come output PWM e 12 come input analogici), un cristallo oscillatore a 16MHz, una connessione micro USB, un jack per alimentazione, un header ICSP e un pulsante di reset. Contiene tutto il necessario per supportare il microcontrollore; per utilizzarlo, connettetelo a un PC via USB o alimentatelo via adattatore AC>DC o tramite batterie. Leonardo differisce da tutte le schede precedenti in quanto l'ATmega32u4 fornisce comunicazione USB built-in, eliminando il bisogno di avere un processore secondario. Ciò permette a Leonardo di apparire a un computer connesso come un mouse o una tastiera, oltre che a emulare permanentemente una porta seriale (CDC) / COM port. Questa versione di Leonardo non è fornita di connettori (connettori femmina sui piedini, il connettore ISCP e il connettore di alimentazione).

CODICE: A000052 PREZZO: € 19,36

NOVITA'

Arduino Leonardo con Connettori

Una particolare versione di Arduino Leonardo dotata di connettori laterali a passo 2,54 mm.

CODICE: A000057 PREZZO: € 21,78

NOVITA'

Scheda multimediale per Stellaris

Questa scheda fornisce una piattaforma di sviluppo multimediale d'alta qualità completa per il dispositivo LM3S9B95. Possiede numerosi moduli on-board che vi permettono di scrivere applicazioni multimediali. Questa scheda può essere usata per lo sviluppo o come prodotto finale. L'LM3S9B95 on-board è pre-programmato con un veloce bootloader USB HID e quindi pronto a lavorare in brevissimo tempo. Non dovete spendere un euro in più sui programmatori. Per coloro i quali ne necessitano, la scheda può, inoltre, essere programmata utilizzando un programmatore esterno mikroProg.

NOVITA'

CODICE: MIKROMMB-STM3 PREZZO: € 107,69

mikromedia
for Stellaris® M3

Oscilloscopio USB

Utilizzando la tecnologia Plug'n Play USB e fornendo un isolamento ottico completo l'oscilloscopio PoScope Basic è facile da installare e usare, cosi come assicurare la protezione per il computer. Il software è un oscilloscopio, un registratore di diagramma, un generatore di funzioni, un generatore di logica, un analizzatore logico e un analizzatore di spettro tutto in un unico pacchetto.

OFFERTA

CODICE: POSCOPE-BASIC-B PREZZO: ~~€ 131,89~~ € 119,79

Microcamera seriale

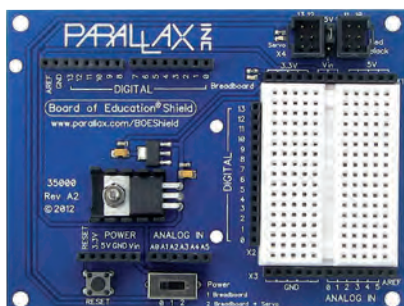
OFFERTA

uCAM-TTL (microCAM) è un modulo camera seriale altamente integrato che può essere collegato a qualsiasi sistema host richiedente una videocamera o una camera JPEG compressa per applicazioni visive integrate.
Il modulo usa un sensore colore CMOS VGA OmniVision insieme a un chip per compressione JPEG che fornisce un sistema a basso costo e a bassa alimentazione.
Il modulo ha un'interfaccia seriale TTL on-board che è usufruibile per una connessione diretta a qualsiasi host controller o a un sistema PC dotato di porta COM.
I comandi utente sono spediti utilizzando un semplice protocollo seriale che può istruire la camera a mandare immagini raw a singolo frame e bassa risoluzione (160x120 o 80x60) per un veloce controllo visivo o JPEG ad alta risoluzione (640x480 o 320x240) per storage o visualizzazione.

CODICE: UCAM-TTL-120 PREZZO: ~~€ 64,13~~ € 54,45

Board of Education Shield (per Arduino)

Da oggi è possibilie collegare la Board of Education Shield alla scheda Arduino per ottenere una utile breadboard di prototipazione e servo port senza saldature! I fan di Arduino potranno apprezzare i sensori di Parallax essendo questi ancora più facilmente utilizzabili grazie a questo nuovo shield. La Board of Education Shield è stata testata con Arduino Uno, Mega e Duemilanove ed è compatibile con moduli con lo stesso form factor. La Board of Education Shield è disponibile stand alone o in una pratica confezione con il classico chassis Boe-Bot, servo, componenti elettronici, e hardware aggiuntivo nel Robotics Shield Kit.

BEST SELLER

CODICE: 35000 PREZZO: € 35,09

IEshop

Lo shop dei prodotti Inware Edizioni... ma non solo!

BUNDLE

3 libri sui microcontrollori

Un bundle di 3 volumi in inglese dedicati ai microcontrollori. Il bundle comprende:

PIC Microcontrollers

Se volete comprendere cosa sono i microcontrollori e come essi operano, questo manuale fa per voi. Un elevato numero di illustrazioni e pratici esempi uniti a una dettagliata descrizione del PIC16F887 vi faranno lavorare ottimamente con i microcontrollori PIC.

Programming in C

La programmazione dei PIC utilizzando il C.

Programming in Basic

La programmazione dei PIC utilizzando il BASIC.

CODICE: BUNDLE-MIKRO PREZZO: € 59.99

ANNATA Firmware 2011

In un comodo file zip da scaricare, tutti i numeri di Firmware del 2011 in pdf ad alta risoluzione! Potrai così visualizzare le singole riviste e stampare gli articoli che più ti interessano senza perdita di qualità. Nel file zip è inclusa anche una comodissima interfaccia utente che ti permetterà di navigare nelle riviste con estrema facilità.

CODICE: FE-FW2011 PREZZO: € 9,98

Adattatore da mikroProg a ICD2 & ICD3

mikroProg to ICD2 & ICD3 è un adattatore che vi permette di connettere il programmatore mikroProg™ e il debugger In-Circuit alla scheda target ove solo un connettore ICD2/3 è disponibile per la programmazione. La scheda fornisce l'interfaccia necessaria per una connessione stabile e sicura delle linee di programmazione PGC, PGD, RST, VCC e GND. L'header IDC10 e i connettori RJ-12 forniti permettono facili connessioni: nessuna saldatura, solo plug-n-play! La scheda è provvista di cavo ICD2/3.

CODICE: MIKROPROG-ICD PREZZO: € 5,93

Arduino T-shirt

Una maglietta originale per tutti i fan di Arduino!

CODICE: A000041 PREZZO: € 12,10

microSD card 1GB con adattatori

Necessitate di una memoria di massa all'interno del vostro dispositivo? Non preoccupatevi. Con la microSD card avrete 1 GB di memoria e due adattatori aggiuntivi per avere piena compatibilità col vostro dispositivo. È adatta per l'utilizzo con tutte le schede di sviluppo mikroElektronika e le schede accessorie con slot MMC/SD.

CODICE: EP-MICROSD-1GB PREZZO: € 8,35

prossimamente su Fare Elettronica

COMING...

SENSORI DI POSIZIONE LVDT

I sensori LVDT, basati su un trasformatore differenziale il cui nucleo ferromagnetico è mobile, permettono una misura molto accurata e robusta della posizione lineare di un cursore senza contatto e quindi senza attrito grazie all'induzione magnetica.

TUTORIAL PIC 18: AGGIUNGIAMO DUE PULSANTI

Nella precedente lezione abbiamo visto come gestire con gli output del PIC dei led, ora vedremo invece come si utilizzano gli input scrivendo un programma che interagisce a stimoli esterni di tipo digitale. Per farlo useremo dei comuni pulsanti, ma dovete considerare che i pulsanti possono essere sostituiti con qualsiasi tipo di sensore con uscita digitale, che potrebbe essere un interruttore magnetico per il controllo della chiusura di una finestra, un sensore infrarosso che segnala quando ci si avvicina a esso, ecc. Lo scopo della lezione è capire come gestire gli input e quali istruzioni possiamo utilizzare nel programma per scegliere il tipo di azione da fargli eseguire.

COME RISPARMIARE?

Ordinare direttamente tramite internet conviene! Potrai infatti aggiudicarti dei buoni sconto (coupon) con le modalità:

COUPON ABBONAMENTO ONLINE FE E FW
Sottoscrivendo un nuovo abbonamento o rinnovando il proprio online, direttamente tramite IE SHOP, si ha diritto ad un coupon del 15%! **Qualora ci si abbona (sempre on-line) a Fare Elettronica e Firmware insieme il coupon è del 20%!**

COUPON QUIZ "ELETTROQUIZ"
Rispondendo ai Quiz presente ogni mese su Fare Elettronica si avrà diritto ad un coupon del 10%. Tutte le risposte pervenute saranno accuratamente valutate dagli autori dei quesiti e, in caso di risposta esatta (oltre al Coupon) potrai vincere fantastici premi!

COUPON "ACQUISTI PREMIATI"
I tuoi acquisti su www.ieshop.it vengono premiati con un coupon del 10% se il tuo ordine supera i 100 EUR (IVA e spese di trasporto escluse). Ma se il tuo ordine supera i 200 EUR, lo sconto sale al 20%!

IMPORTANTE!

- Il coupon può essere speso **esclusivamente** ordinando sul sito www.ieshop.it
- Il coupon non potrà essere utilizzato in caso di nuova sottoscrizione o rinnovo dell'abbonamento, è invece utilizzabile per tutti gli altri prodotti presenti su www.ieshop.it
- Ogni coupon ha una scadenza, non dimenticarlo!
- Lo slogan "più acquisti più risparmi" pecca senz'altro di originalità, ma in questo caso è molto azzeccato: i coupon sono infatti utilizzabili solo una volta, usalo bene!
- I coupon non sono cumulabili, e vanno utilizzati singolarmente, secondo il criterio cronologico di assegnazione.

CONTI CORRENTI POSTALI - Ricevuta di Accredito
BancoPosta
€ sul C/C n. 70107552 di Euro
TD 451
importo in lettere
INTESTATO A:
INWARE EDIZIONI SRL
CAUSALE
ESEGUITO DA:
VIA - PIAZZA
CAP
LOCALITÀ
BOLLO DELL'UFF. POSTALE codice bancoposta
IMPORTANTE: NON SCRIVERE NELLA ZONA SOTTOSTANTE
importo in euro
numero conto
td
AUT. DB/SISB/E 20017 DEL 11.04.2006
70107552< 451>

CONTI CORRENTI POSTALI - Ricevuta di Versamento
BancoPosta
€ sul C/C n. 70107552 di Euro
importo in lettere
INTESTATO A:
INWARE EDIZIONI SRL
ESEGUITO DA:
VIA - PIAZZA
CAP
LOCALITÀ
BOLLO DELL'UFF. POSTALE
AVVERTENZE
Il Bollettino deve essere compilato in ogni sua parte (con inchiostro nero o blu) e non deve recare abrasioni, correzioni o cancellature.
La causale è obbligatoria per i versamenti a favore delle Pubbliche Amministrazioni.
Le informazioni richieste vanno riportate in modo identico in ciascuna delle parti di cui si compone il bollettino.
CAUSALE

IMPORTANTE: NON SCRIVERE NELLA ZONA SOPRASTANTE!

AVVERTENZE

Il Bollettino deve essere compilato in ogni sua parte (con inchiostro nero o blu) e non deve recare abrasioni, correzioni o cancellature.

La causale è obbligatoria per i versamenti a favore delle Pubbliche Amministrazioni.

Le informazioni richieste vanno riportate in modo identico in ciascuna delle parti di cui si compone il bollettino.

Indagine sui lettori

Aiutaci a conoscerti meglio!

Con il tuo aiuto riusciremo ad offrirti una rivista sempre più in linea con le tue aspettative.

Compila online il questionario all'indirizzo www.farelettronica.com/survey

Per ringraziarti per il tuo tempo e la tua cortesia, ti invieremo gratuitamente un bellissimo eBook del valore di 14,52 euro!

PRODOTTI

Se vuoi ordinare "offline" ovvero senza usare Internet, usa il seguente modulo d'ordine **PRODOTTI**

COD. PRODOTTO	DESCRIZIONE	PREZZO UNITARIO	Q.tà	Totale
			SUB TOTALE	
			SPESE DI SPEDIZIONE	
			TOTALE	

Nota. Se le righe non sono sufficienti, utilizzare più copie del modulo.
Per maggiori dettagli sulle spese di spedizione e i metodi di pagamento vedi retro cartolina.

METODI DI PAGAMENTO

☐ **BONIFICO BANCARIO** ☐ **BOLLETTINO POSTALE** ☐ **CONTRASSEGNO**

☐ MasterCard ☐ VISA ☐ postepay

TITOLARE. . . . .
NUMERO . . . .
DATA DI SCADENZA. . . . . CODICE DI SICUREZZA . . . .

INVIARE IL MODULO D'ORDINE A: Inware Edizioni srl, Via Giotto,7 - 20032 Cormano (MI) - oppure via FAX allo 02 66508225
(Inviando questo modulo si accettano i termini e le condizioni riportate a tergo)

Nome . . . . Cognome . . . .
Indirizzo . . . . n° . . . .
Cap . . . . Città . . . . Prov . . . .
Tel . . . . Fax . . . . Email . . . .
Ragione Sociale . . . .
Codice fiscale . . . . Partita IVA . . . .

DATA . . . . FIRMA . . . . ☐ Fattura

FE 324

ABBONAMENTO

Sì, mi abbono a Fare Elettronica

☐ Abbonamento TRIAL a 3 numeri di FARE ELETTRONICA a soli € 16,50 anziché € 18,00
☐ Abbonamento PREMIUM a 11 numeri di FARE ELETTRONICA a soli € 55,00 anziché € 66,00
☐ Abbonamento PRO a 11 numeri di FARE ELETTRONICA include il CD dell'annata 2011 a soli € 59,50 anzichè € 96,00

METODI DI PAGAMENTO (per maggiori dettagli vedi retro cartolina)

☐ **BONIFICO BANCARIO** ☐ **BOLLETTINO POSTALE** ☐ **ALLEGO ASSEGNO** (Intestato a Inware Edizioni)

☐ MasterCard ☐ VISA ☐ postepay

PayPal fare il pagamento su paypal@inwaredizioni.it

TITOLARE. . . . .
NUMERO . . . .
DATA DI SCADENZA. . . . . CODICE DI SICUREZZA . . . .

INVIARE IL MODULO D'ORDINE A: Inware Edizioni srl, Via Giotto, 7 - 20032 Cormano (MI) - oppure via FAX allo 02 66508225
(Inviando questo modulo si accettano i termini e le condizioni riportate a tergo)

Nome . . . . Cognome . . . .
Indirizzo . . . . n° . . . .
Cap . . . . Città . . . . Prov . . . .
Tel . . . . Fax . . . . Email . . . .
Ragione Sociale . . . .
Codice fiscale . . . . Partita IVA . . . .

DATA . . . . FIRMA . . . . ☐ Fattura

FE 324

ISTRUZIONI PER L’ORDINE E SPESE DI SPEDIZIONE

Il modulo d’ordine dovrà essere compilato in tutte le sue parti ed inviato via posta o via fax ai recapiti indicati sul modulo d’ordine stesso. Gli ordini potranno essere fatti anche direttamente online dal sito www.ieshop.it. In questo caso non sarà necessario inviare il modulo d’ordine. Le spese di spedizione ammontano a euro 8,50 a cui vanno aggiunti euro 3,50 se si sceglie di pagare in contrassegno.

METODI DI PAGAMENTO

Si accettano pagamenti ino in contrassegno, carta di credit, bollettino postale o bonifico all’ordine. Per il contrassegno verrà applicata una spesa aggiuntiva di euro 3,50 per le spese di contrassegno. Forme diverse di pagamento devono essere previamente concordate.

Bonifico bancario

Appoggiato su Poste Italiane IBAN: IT 68 I 07601 01600 000070107552 intestato a Inware Edizioni srl.

Bollettino postale

Versamento sul conto corrente postale n. 70107552 intestato a Inware Edizioni srl. Inviare la ricevuta (o copia) del versamento.

Contrassegno

La merce verrà pagata direttamente al corriere alla consegna della merce. Il pagamento in contrassegno comporta l’addebito di euro 3,50per spese di contrassegno.

Carta di Credito

Il pagamento con carta di credito può essere effettuato specificando i dati della carta via posta, email, web, fax o telefono. Per gli ordini effettuati sul sito il pagamento mediante carta di credito verrà effettuato attraverso una connessione sicura SSL per garantire la massima sicurezza.

TERMINI E CONDIZIONI

Tutti i prodotti sono coperti da garanzia. La garanzia copre tutti i difetti di fabbricazione entro un anno dal ricevimento della merce. Tutti i prodotti non funzionanti per uso improprio o incuria non saranno ritenuti in garanzia e saranno addebitati gli eventuali costi di riparazione. Tutti i prodotti verranno riparati e/o sostituiti direttamente dal produttore. Non sono coperti da garanzia i componenti elettronici (microprocessori, memorie, ecc.) La garanzia dei prodotti si intende F.co ns. sede, le eventuali spese di trasporto sono a carico del cliente salvo accordi diversi. Per dar corso alla riparazione/sostituzione in garanzia è necessario seguire l’apposita procedura di RMA.

PRIVACY

Ai sensi del Decr. Lgs. 196/2003 la informiamo che i dati trasmessi verranno impiegati coi principali scopi di indagini di mercato e nelle modalità previste dallo stesso, prevalentemente con mezzi informatici. Il conferimento, di norma facoltativo, è obbligatorio per permettere il rapporto commerciale. È in ogni caso fatto diritto dell’interessato esercitare i propri diritti, nei modi previsti dal “Titolo II art. 7” della legge sopra citata, scrivendo a Inware Edizioni srl, Via Giotto 7 – 20032 Cormano o tramite email all’indirizzo info@inwaredizioni.it

---

ABBONARSI ALLE RIVISTE INWARE EDIZIONI CONVIENE!

I vantaggi per gli abbonati sono, oltre al prezzo bloccato per un anno, la ricezione del numero direttamente a casa con la garanzia di ricevere tutti i numeri. Inoltre un vistoso risparmio che, nel caso dell’abbonamento PLUS, ammonta a ben 36,50 euro. L’abbonamento ha una durata di 12 mesi e comporta l’invio di 11 numeri di Fare Elettronica. Eventuali variazioni di indirizzo andranno comunicate tempestivamente alla Redazione che provvederà a registrare il cambiamento senza alcuna spesa aggiuntiva. L‘abbonamento decorrerà dal primo numero raggiungibile alla data di avvenuto pagamento. Non sono previsti rimborsi in caso di disdetta dell’abbonamento.

METODI DI PAGAMENTO

Bonifico bancario

Appoggiato su Poste Italiane IBAN: IT 68 I 07601 01600 000070107552 intestato a Inware Edizioni srl.

Bollettino postale

Versamento sul conto corrente postale n. 70107552 intestato a Inware Edizioni srl. Inviare la ricevuta (o copia) del versamento indicando nella causale: “Abbonamento Fare Elettronica“

Carta di Credito

Il pagamento con carta di credito può essere effettuato specificando i dati della carta via posta, email, web, fax o telefono. Per gli ordini effettuati sul sito il pagamento mediante carta di credito verrà effettuato attraverso una connessione sicura SSL per garantire la massima sicurezza.

Assegno bancario

È possibile spedire un assegno bancario insieme a questo coupon.

Paypal

Inviare il pagamento a paypal@invaredizioni.it.